

ЕЛЕКТРОННИЙ ВОЛОГОМІР УНДІПП ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ПАПЕРУ В СТОПІ

Визначення вологості паперу, як одного з параметрів, що характеризують його друкарські властивості, набуває особливо серйозного значення в умовах підвищення вимог до якості друкованої продукції.

Правильна і своєчасна інформація про вологість паперу значно скорочує час підготовки його до друку, знижує імовірність появи браку, дозволяє значно підвищити стабільність процесу друку.

Все це вимагає від поліграфістів при розгляданні питань якості друку приділяти багато уваги вимірюванням вологості паперу як в лабораторіях, так і безпосередньо в цехах перед пуском паперу в друк.

Проте застосований зараз у поліграфії ваговий спосіб вимірювання вологості паперу має цілий ряд технологічних та методичних недоліків, що значно знижує значення даних, одержаних при вимірюваннях.

Тривалість та трудомісткість цього методу призводить до непродуктивних витрат праці лаборантів та неприпустимого запізнення результатів аналізів, що знижує ефективність впливу на технологічний процес.

Слід також зауважити, що точне вимірювання вологості паперу в місцях його зберігання, відділеннях акліматизації та в друкарських цехах зв'язане з труднощами і призводить до великих помилок, викликаних різними кліматичними умовами в стопі паперу, на робочих місцях і в лабораторіях.

Ваговий спосіб не дозволяє враховувати тих змін вологості паперу, які відбуваються при переносі його з одного приміщення в інше.

В зв'язку з цим в нашій країні та закордоном створюються так звані експрес-вологоміри, робота яких ґрунтується на електрометричних методах вимірювання. Найбільший інтерес, на нашу думку, викликають такі прилади, як переносний електронний вологомір типу ВЭБ, розроблений за технічним завданням ВНДІППу Львівським лісотехнічним інститутом [1], та «Гідротестер» фірми Пауль Ліпке (ФРН), описаний в [2].

Застосування цих приладів дає можливість швидко та з достатньою точністю визначати вологість окремих зразків паперу.

Проте визначення вологості паперу в стопі за допомогою вказаних вище приладів неможливе, тому що для вимірювання необхідно виїняти зразок з стопи паперу, а тоді він попадає в інші кліматичні умови. Як показали виміри, вологість зразка при цьому вже протягом першої хвилини змінюється в широких межах (зразок зазнає до 75% всіх змін, які відбуваються з ними при зміні кліматичних умов).

Крім того, якщо вологість паперу в стопі неоднакова на різних ділянках, то для характеристики вологості стопи в цілому необхідно проводити декілька вимірювань.

Зараз єдиним приладом, який характеризує стан паперу в стопі, є волосний штек-гігрометр. Дія цього приладу ґрунтується на властивості деяких гігроскопічних твердих матеріалів значно змінювати свої лінійні розміри при зміні вологості оточуючого середовища.

Прилад визначає відносну вологість повітря, яке знаходиться у контакті і в гідротермічній рівновазі з вологим папером.

Таким чином, в процесі заміру відбувається перетворення вимірюваних величин за схемою: вологість паперу—вологість повітря—вологість чутливого елемента—деформаційні властивості елемента.

Величина вологості самого паперу при цьому визначається посередньо і дуже приблизно. Крім того, цей прилад має такі суттєві недоліки, як велика інерційність, низька точність показів, наявність залишкової деформації вологочутливого елемента. Спроби створення приладу для вимірювання відносної вологості повітря в стопі з використанням електродітичних датчиків (в основному хлористо-літєвих) не дали задовільних результатів.

У зв'язку з цим в УНДІППі розроблено та виготовлено прилад для вимірювання вологості паперу в стопі.

Розроблений вимірник вологості—це переносний прилад, яким можна здійснювати експрес-вимірювання вологості широкого асортименту сортів друкарського паперу з вологістю у діапазоні від 3 до 15%.

Похибка при цьому не перевищує 0,5% вологості.

В основу дії приладу покладена залежність величини діелектричної проникності речовин від їх вологості.

При відсутності вологості капілярно-пористі матеріали, до яких належить папір, мають дуже низьку діелектричну проникність. Величина діелектричної проникності ϵ сухого паперу за даними різних досліджень дорівнює 1,5—3, значення ϵ чистої води значно вище порядку 80 [4]. Таким чином, величина діелектричної проникності паперу повинна змінюватись у функції її вологомісткості.

Залежність

$$\epsilon = f(\delta),$$

де ϵ —діелектрична проникність паперу;

δ —об'ємна кількість вологи в папері.

Вона не є лінійною, як стверджують деякі автори [5, 6], а підлягає так званій логарифмічній залежності Ліхтенекера [3]

$$\epsilon = \epsilon_1^{\delta_1} \cdot \epsilon_2^{\delta_2}$$

де δ_1 , δ_2 —відповідно об'ємні концентрації паперу і води;

ϵ_1 , ϵ_2 —відповідно їх діелектричні проникності.

Графічно залежність діелектричної проникності паперу від вологості зображена на рис. 1.

Суть методу полягає в тому, що досліджуваний на вологість папір розміщують між обкладинками конденсаторного датчика. Відомо, що ємність конденсатора залежить лінійно від діелектричної проникності його діелектрика. Отже, при зміні діелектричної проникності від вологи діелектрика (в нашому випадку паперу) за таким же законом буде змінюватись і його ємність.

Величина ємності конденсаторного датчика вимірюється тим або іншим способом і по ній судять про вологість досліджуваного паперу.

Принципіальна схема приладу для вимірювання вологості паперу в стопі зображена на рис. 2.

Схема становить собою ламповий балансний каскад, зібраний на подвійному триоді 6Н23П. Високочастотний автогенератор виконаний на

одній половині лампи за триточечною схемою з ємкісним зворотним зв'язком.

В проміжок анод—сітка включено кварцовий резонатор з частотою 7104,17 кгц, який грає роль індуктивності коливального контура генератора і одночасно стабілізує робочу частоту.

Така частота вибрана з умов забезпечення максимальної чутливості методу вимірювання, тому що залежність діелектричної проникності ϵ від частоти має екстремальне значення в області приблизно 8 мгц [4].

Датчик включений в коло сітки як елемент зворотного зв'язку. Зворотний зв'язок здійснюється ємкісним дільником C_x, C_8, C_{10} , величини елементів якого визначають оптимальні умови самозбудження. Включенням опору R_1 паралельно датчикові забезпечується зменшення впливу активних втрат у датчиках при введенні його в стопу паперу.

Зміна величини коефіцієнта зв'язку викликає перемену амплітуди генерованих коливань і відповідно анодного струму лампи, що реєструється балансною вимірювальною схемою.

Балансний каскад виконаний за схемою з катодною компенсацією. Це дозволяє в певній мірі зменшити нестабільність схеми, зв'язану з непостійністю струму розжарювання.

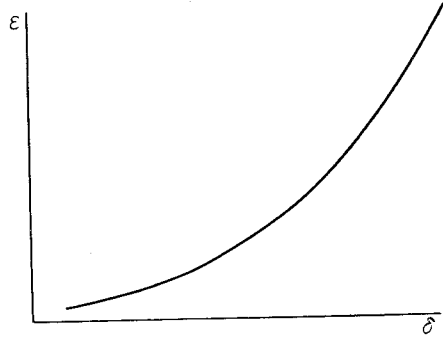


Рис. 1. Залежність діелектричної проникності паперу від вологості.

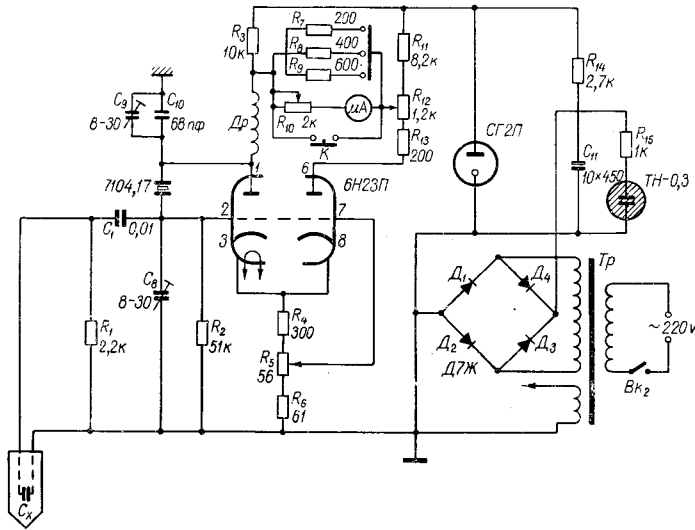


Рис. 2. Принципіальна схема приладу для вимірювання вологості паперу.

Стрілковий прилад включений поміж анодами ламп вимірювального каскаду. Опори R_7, R_8, R_9 , а також потенціометр R_{10} служать для забезпечення необхідних діапазонів вимірювання вологості паперу шляхом зміни чутливості гальванометра. Установка стрілки приладу на нуль здійснюється потенціометром R_{12} .

Живлення схеми — від сітки змінного струму напругою 220 в, через двопівперіодний випростовувач, зібраний на чотирьох германієвих ді-

одах типу Д7Ж. Стабілізація анодної напруги здійснюється параметричним газорозрядним стабілізатором на лампи СГ2П.

Поєднання у схемі стабілізованого джерела живлення з стабільним високочастотним кварцовим генератором дозволило одержати дуже стабільні показники, не залежні від коливань напруги енергосітки, що необхідно при експлуатації приладу на виробництві. Конструктивно вологомір виконаний у вигляді двох роз'ємних вузлів — вимірювального блока та конденсаторного датчика-перетворювача.

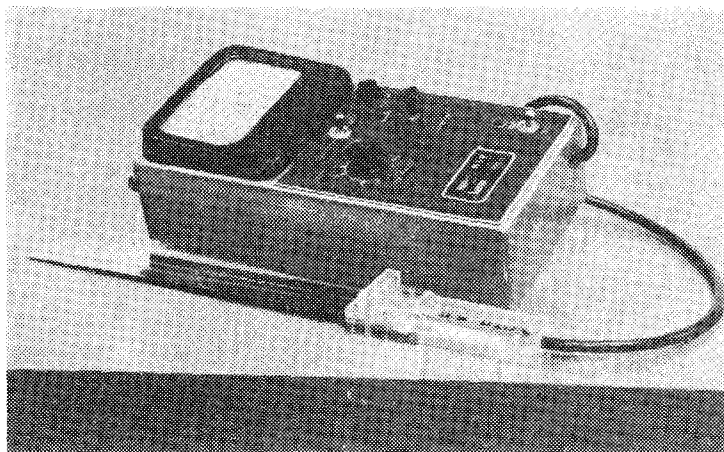


Рис. 3. Загальний вигляд електронного вологоміра.

Всі елементи вимірювального блока зібрані в металевому футлярі розміром $250 \times 130 \times 60$ мм. На передній панелі розміщені мікроамперметр з шкалою $50 \mu\text{a}$ та ручки керування.

Датчик становить собою пластину з фольгованого склотестоліту розмірами $500 \times 30 \times 3$ мм.

Електричний датчик — це конденсатор з «плоским полем» і електродами, розміщеними в одній площині. Для зменшення негативного впливу паразитних ємкостей і для одержання рівномірного поля зовнішній електрод датчика заземлений і має П-видну форму.

Загальний вигляд приладу зображено на рис. 3.

Експериментальне градуювання та лабораторні випробування розробленого приладу для вимірювання вологості паперу в стопі проводились у лабораторії паперу ВНДІППу за участю її співробітників.

Дослідження проводились на 12 партіях офсетного, типографського та літографського паперу різної ваги та різної композиції. Для того, щоб одержати різну вологість паперу, його акліматизували у спеціальному кондиціонованому приміщенні при різних кліматичних режимах.

Контрольні заміри вологості паперу проводились стандартним ваговим способом.

В результаті проведеної роботи було встановлено, що покази приладу залежать від величини вологості паперу та його об'ємної ваги і ця залежність має характер експоненціального закону.

Аналітичний вираз одержаної залежності записується так:

$$N = ae^{bw \cdot c\gamma} \quad (1)$$

де N — показання приладу в діленнях шкали;

W — вологість паперу в %;

γ — об'ємна вага паперу в $\text{г}/\text{см}^3$;

a, b, c — константи приладу;

e — основи натуральних логарифмів.

Для спрощення користування приладом при визначенні вологості паперу за його показами та значенням об'ємної ваги, згідно з рівнянням (1) була побудована номограма.

Проградуваний прилад випробувався у виробничих умовах на типоофсетній фабриці «Атлас» у Львові. Проведені досліди дали додатні результати.

За допомогою приладу можна швидко провести необхідну кількість вимірів на різних ділянках стопи, що дасть можливість визначити вологість паперу в стопі і передбачити стан паперу в різних технологічних процесах.

Аналіз випробувань нового вологоміра та умов користування ним дозволяє зробити висновок про те, що застосування приладу на поліграфічних підприємствах дасть можливість забезпечити надійний контроль одного з важких параметрів паперу, який істотно впливає на якість друкарської продукції.

ЛІТЕРАТУРА

1. М. Я. Браун, И. Д. Третьак и др. Новый электронный прибор для измерения влажности бумаги. «Полиграфия», 1964, № 10.
2. W. Krolorp. Pojemnościowe mierniki wilgotności, przeznaczone do pomiaru wilgotności wstęg i papierniczej. Przegląd papierniczy, 1963, № 2.
3. М. А. Берлинер. Электрические измерения, автоматический контроль и регулирование влажности. Изд-во «Энергия», М., 1965.
4. А. В. Нетушил, Б. Я. Жуковицкий и др. Высокочастотный нагрев диэлектриков и полупроводников. Госэнергоиздат, М., 1959.
5. А. А. Лапшин. Электрические влагомеры. Госэнергоиздат, М.—Л., 1960.
6. Н. И. Либерман. Контрольно-измерительные приборы в полиграфии. Изд-во «Книга», М., 1965.

B. G. POKROVSKY, I. A. HEYFETS, V. A. KORSHEV, S. A. TSYSH

THE ELECTRONIC METER FOR DETERMINING THE HUMIDITY OF PAPER IN THE STACK

Summary

The defects of the weight method used nowadays for measuring of the humidity of paper as well as the advantages of the electrometric method are pointed out. The estimation of some modern humidity meters and description of UPIRI electronic moisture meter are given. The operation of the latter is based on the registration of paper's dielectric permeability, changing with its humidity.

¹ Покази приладу відкладені по осі координат в логарифмічному масштабі.