



УКРАЇНА

(19) UA (11) 15857 (13) U  
(51) МПК (2006)  
G01N 21/47  
G01N 21/89 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЛИСТОВИХ МАТЕРІАЛІВ

1

(21) u200600996

(22) 03.02.2006

(24) 17.07.2006

(46) 17.07.2006, Бюл. № 7, 2006 р.

(72) Бушинський Володимир Олегович, Воронов Сергій Олександрович, Панкратов Володимир Йосипович, Родіонов Володимир Миколаєвич

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) 1. Пристрій для вимірювання параметрів листових матеріалів, що містить оптично зв'язані джерело випромінювання, модулятор у вигляді диска на якому розміщені світлофільтри для виділення випромінювання у заданому діапазоні довжин хвиль, оптичну світлозбиральну систему, фотоперетворювач, вихід якого підключено до послідовно з'єднаних попереднього підсилювача, першого виходу блока вимірювання і вимірювального приладу, блок синхронізації, вихід якого має зв'язок з диском, а вихід з'єднано з четвертим входом блока вимірювання, який **відрізняється** тим, що пристрій оснащено дзеркальною світлорозподільною системою, яка розташована на модуляторі, пластинною, коефіцієнт відбиття поверхні якої близький до абсолютно чорного тіла, другою пластинною коефіцієнт відбиття якої близький до абсолютного розсіювача, яка обернена до матеріалу, причому перша пластинна має додаткову поверхню, коефіцієнт відбиття якої близький до абсолютного розсіювача, причому пластини розташовані з проміжком між собою для можливості переміщення

2

матеріалу, а в другій пластині виконано три отвори, причому перший отвір розміщено над поверхнею першої пластини, коефіцієнт відбиття якої близький до абсолютно чорного тіла, другий - розміщено над поверхнею, коефіцієнт відбиття якої близький до абсолютного розсіювача, третій - розміщено над обома поверхнями над якими розміщено другий фотоперетворювач і пристрій для виділення випромінювання в заданому діапазоні довжин хвиль, при цьому перша і друга пластини розміщені поряд з оптичною світлозбиральною системою в напрямку переміщення контрольованого матеріалу, а вихід фотоперетворювача підключено до послідовно з'єднаних попереднього підсилювача, другого входу блока вимірювання і вимірювального приладу.

2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що між джерелом і фотоперетворювачем додатково розташовано дзеркально-проекційну систему, частина якої розміщена на диску модулятора, а частина - між диском і фотоперетворювачем.

3. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що пристрій споряджено проекційною системою та світловодом, діаметр якого не перевищує 2 мм, а за світловодом розміщено третій фотоперетворювач, які розміщені поряд з оптичною світлозбиральною системою в напрямку переміщення контрольованого матеріалу, а вихід фотоперетворювача підключено до послідовно з'єднаних попереднього підсилювача третього входу блока вимірювання і вимірювального приладу.

Корисна модель відноситься до вимірювальної техніки і її можна використовувати для вимірювання вологості, поверхневої густини, непрозорості, нерівномірності просвіту матеріалів, що переміщуються, наприклад паперу, плівки, ткани і т.д. на діючому обладнанні без його руйнування.

Відомі пристрої для вимірювання вологості, поверхневої густини, непрозорості, нерівномірності просвіту матеріалів, що переміщуються. Ці пристрої вимірюють кожен із вказаних параметрів

окремо, тобто для вимірювання кожного параметру існує свій прилад [1-5]. Недоліком цих приладів є те, що для точного вимірювання цих параметрів необхідно мати корегуючі сигнали від інших пристроїв і видавати сигнали на інші пристрої для взаємної корекції, оскільки в процесі вимірювання ці параметри не є сталими, а змінюються в якомусь діапазоні, і пристрій для вимірювання вологості повинен мати сигнал від пристрою для вимірювання поверхневої густини, або непрозорості і

(13) U

(11) 15857

(19) UA

навпаки. Крім того в процесі вимірювання ці пристрої вимірюють різні зони матеріалу для взаємної корекції, що вносить додаткову похибку при вимірюванні. Ще одним істотним недоліком є те, що ці пристрої можуть проводити вимірювання на різних фізичних принципах (оптичних, радіоізотопних), що потребує спеціальних конструктивних рішень, оснащення їх окремими блоками обробки сигналів, джерелами живлення. Це приводить до створення комплексу приладів, які розміщуються на спеціальних платформах, що переміщуються над контрольованим матеріалом і мають великі габарити, масу, що ускладнює пристрій на якому вони розміщені.

Відомі пристрої [6] які вимірюють декілька параметрів, з взаємною корекцією, що підвищує точність вимірювання, однак вони вимірюють не всі параметри які треба для взаємної корекції, що потребує застосування додаткових пристроїв вимірювання необхідних параметрів для взаємної корекції.

Найближчим аналогом пристрою для вимірювання параметрів листових матеріалів є [7] "Измеритель параметров бумаги ИГБ" розроблений ООО "Тригла", 19021476.001-1995 ТУ, для вимірювання вологості і поверхової густини паперу. Цей пристрій має оптично зв'язані джерело випромінювання, модулятор у вигляді диску на якому розміщені світлофільтри для виділення випромінювання у заданому діапазоні довжин хвиль, оптичну світлозбиральну систему, фотоперетворювач, вихід якого підключено до послідовно з'єднаних попереднього підсилювача, виходу блока вимірювання і вимірювального приладу, блок синхронізації, вихід якого має зв'язок з диском, а вихід з'єднано з другим входом блока вимірювання. Пристрій працює наступним чином. Потік випромінювання від джерела випромінювання проходить через три вузькосмугасті світлофільтри, які розташовані на модулюючому диску, який обертається двигуном. За один оборот диску будуть виділені три послідовних імпульси випромінювання з заданими діапазонами довжин хвиль. Один діапазон з максимумом довжини хвилі 1,93мкм поглинається водою, другий діапазон з максимумом довжини хвилі 2,11мкм поглинається целюлозою, третій діапазон з максимумом довжини хвилі 1,75мкм не поглинається ні водою ні целюлозою. Виділені імпульси випромінювання направляються в світлозбиральну систему, яка направляє імпульси випромінювання на контрольований матеріал, після взаємодії з яким направляє їх на фотоперетворювач, який перетворює їх в імпульси напруги. Значення першого імпульсу пропорційне поглинанню водою в матеріалі, значення другого імпульсу пропорційне поглинанню целюлозою, значення третього імпульсу є опорним. Імпульси з фотоперетворювача поступають на попередній підсилювач і далі поступають в блок вимірювання де обчислюється вологість як відношення сигналів від імпульсів з довжинами хвиль 1,93 і 1,75мкм з корекцією від сигналу з довжиною хвилі 2,11мкм і обчислюється поверхнева густина як відношення сигналів від імпульсів з довжинами хвиль 2,11 і 1,75мкм з корекцією від сигналу з довжиною хвилі

1,93мкм. В такому пристрої вимірюється два параметри вологість і поверхнева густина з взаємною корекцією, причому вимірювання і корекція параметрів проводяться для однієї зони контрольованого матеріалу, що підвищує точність вимірювання. Недоліком цього пристрою є те, що точність вимірювання вологості і поверхової густини залежить також від непрозорості, яка в даному пристрої не вимірюється і для корекції цих параметрів необхідно мати окремий пристрій, для вимірювання непрозорості, але його розміщено в іншій зоні матеріалу де вимірюються вологість і поверхнева густина. Також цей пристрій не має каналу вимірювання нерівномірності просвіту і вона вимірюється окремим пристроєм також в іншій зоні матеріалу де вимірюється поверхнева густина, що вносить додаткову похибку в оцінку нерівномірності поверхневої густини. Вимірювання параметрів матеріалу в різних зонах потребує більше часу вимірювання в цих зонах для співпадання результатів усереднених вимірів, що не дозволяє підвищити швидкість переміщення пристроїв (сканування) поперек переміщення матеріалу і зменшує інформативність по площині матеріалу вимірюваних параметрів.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалити відомий пристрій шляхом спорядження світло розподільчою системою і введенням пластин з різним коефіцієнтом відбиття та фотоперетворювача, а також введенням світло проекційної системи, світловода та фотоперетворювача, що забезпечує вимірювання непрозорості і нерівномірності просвіту на діючому обладнанні в тій же зоні де одночасно вимірюються вологість і поверхнева густина, що забезпечує можливість підвищити точність вимірювання, підвищити інформативність вимірювань по площині матеріалу і застосувати його для регулювання технологічного процесу по чотирьом параметрам при виготовленні матеріалу.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрої для вимірювання вологості і поверхневої густини матеріалу, що містить оптично зв'язані джерело випромінювання, модулятор у вигляді диску на якому розміщені світлофільтри для виділення випромінювання у заданому діапазоні довжин хвиль, оптичну світлозбиральну систему, фотоперетворювач, попередній підсилювач, блок вимірювання, вимірювальний прилад, блок синхронізації, пристрій оснащено дзеркальною світлорозподільною системою, яка розташована на модуляторі, пластиною, коефіцієнт відбиття поверхні якої близький до абсолютного чорного тіла, другою пластиною коефіцієнт відбиття якої близький до абсолютного розсіювача, яка обернена до матеріалу. Перша пластина має додаткову поверхню, коефіцієнт відбиття якої близький до абсолютного розсіювача. Пластини розташовані з проміжком між собою для можливості переміщення матеріалу. В другій пластині виконано три отвори. Перший отвір розміщено над поверхнею першої пластини коефіцієнт відбиття якої близький до абсолютно чорного тіла, другий - розміщено над поверхнею, коефіцієнт відбиття якої близький до абсолютного розсіювача, третій - розміщено над обома поверх-

нями над якими розміщено другий фотоперетворювач і пристрій для виділення випромінювання в заданому діапазоні довжин хвиль. Перша і друга пластини розміщені поряд з оптичною світлозбиральною системою в напрямку переміщення контрольованого матеріалу. Вихід другого фотоперетворювача підключено до послідовно з'єднаних попереднього підсилювача, другого входу блока вимірювання і вимірювального приладу. Для підвищення стабільності роботи між джерелом і другим фотоперетворювачем додатково розташовано дзеркально-проекційну систему, частина якої розміщена на диску модулятора, а частина між диском і фотоперетворювачем. Для можливості оцінки нерівномірності розподілу поверхневої густини пристрій споряджено проекційною системою та світловодом, діаметр якого не перевищує 2мм, а за світловодом розміщено третій фотоперетворювач, які розміщені поряд з оптичною світлозбиральною системою в напрямку переміщення контрольованого матеріалу. Вихід фотоперетворювача підключено до послідовно з'єднаних попереднього підсилювача, третього входу блока вимірювання і вимірювального приладу.

На Фіг. наведено пристрій для вимірювання параметрів листових матеріалів. Пристрій має джерело випромінювання 1; дзеркала 2, 3, 11, 18, 20, 21 диск модулюючий 4; світлофільтри 5; електродвигун 6; світло збиральні полусфери 7, 8; фотоперетворювачі 9, 13, 23; отвори у диску модулюючому 10, 19; світловод 12, пластину 14 частина поверхні якої має коефіцієнт відбиття близький до ідеального розсіювача, а частина поверхні коефіцієнт відбиття близький до абсолютно чорного; контрольований матеріал 15; пластину 16, коефіцієнт відбиття якої близький до ідеального розсіювача; діафрагму 17; світлофільтр 22; отвори 24-26 в пластині 16; підсилювачі 27-29. Пристрій також включає блок вимірювання який має атенюатори 30, 31; перетворювачі низької частоти (ПНЧ) 32-34; блок управління 35; реверсивні лічильники 36, 37, 38, 40-45; блок часових інтервалів 46; блок синхронізації; блок синхронізації 47; шини виходу 48-53; устрій реєстрації 54.

Робота пристрою виконується наступним чином. Потік випромінювання від джерела 1 направляється на дзеркало 3, яке розміщено на диску 4, який приводиться у обертання двигуном 4. Відбитий від дзеркала 3 пучок випромінювання через отвір 24, зроблений у пластині 16, попадає на контрольований матеріал 15. Частина випромінювання пройде через лист матеріалу 15, попадає на поверхню пластини 14 з коефіцієнтом відбиття близьким до абсолютно чорного тіла, яке поглине її. Інша частина випромінювання, якою опромінують матеріал, частково буде поглинута матеріалом, частково розсіяна і відбита в сторону поверхні пластини 16, з коефіцієнтом відбиття поверхні близьким до ідеального розсіювача і знов буде відбито і розсіяно у напрямку матеріалу. Таким чином буде відбуватись багаторазове відбиття випромінювання поверхню матеріалу 15, що аналогічно відбиттю  $R_0$  одного листа матеріалу, який знаходиться на чорній підкладці. Потік випромінювання  $\Phi_1$ , який після багаторазового відбиття ма-

теріалом і поверхню пластини 16 через отвір 25 і світлофільтр 22 попадає на фотоперетворювач 23 має значення:

$$\Phi_1 = \tau \Phi_0 e^{-KX_1} \quad (1)$$

де  $\Phi_0$  - значення світлового потоку від джерела випромінювання;

$\Phi_1$  - значення світлового потоку першого випромінювання, яке попало на фотоперетворювач 23;

$E$  - основа натуральних логарифмів;

$K$  - коефіцієнт поглинання матеріалу;

$X_1$  - сумарна товщина матеріалу, яка взаємодіє з потоком випромінювання при багаторазовому відбитті матеріалом і поверхню пластини 16 з коефіцієнтом відбиття близьким до абсолютного розсіювача;

$\tau$  - коефіцієнт пропуску, яке має устрій виділення випромінювання в заданому діапазоні довжин хвиль.

При повороті диску 4 на  $180^\circ$  одночасно з ним повернеться і закріплене на ньому дзеркало 3, при цьому випромінювання від джерела 1 після відбиття від дзеркала 3 через отвір 10 у пластині 16 буде направлена на матеріал 15. Частина випромінювання частково буде поглинута матеріалом, частково розсіяна і відбита в сторону поверхні пластини 16 з коефіцієнтом відбиття близьким до ідеального розсіювача і буде нею відбита нею в сторону матеріалу 15. Інша частина пройде через матеріал 15 і попадає на поверхню пластини 14 з коефіцієнтом відбиття близьким до ідеального розсіювача і буде відбита нею в сторону матеріалу 15. Частина відбитого випромінювання буде частково поглинута матеріалом, частково розсіяна, а частина випромінювання яка пройшла матеріал попаде на поверхню пластини 16 з коефіцієнтом відбиття близьким до ідеального розсіювача і буде нею відбита в сторону матеріалу 15. Таким чином буде проходити багаторазове поглинання та розсіювання випромінювання матеріалом 15. Потік випромінювання  $\Phi_2$ , який після відбиття пластинами 14, 16 і взаємодії з матеріалом через отвір 25 і світлофільтр 22 попадає на фотоперетворювач 23 має значення:

$$\Phi_2 = \tau \Phi_0 e^{-K(X_1+X_2)} \quad (2)$$

де  $\Phi_2$  - значення світлового потоку другого випромінювання, яке попало на фотоперетворювач 23;

$X_2$  - сумарна товщина матеріалу, яка взаємодіє з частиною потоку випромінювання при багаторазовому відбитті поверхнями 14, 16 і поглинанням і розсіянню матеріалом 15.

При повороті диску 4 на  $90^\circ$  потік випромінювання через діафрагму 17, яка закріплена на диску 4, отвір 19, буде відбито дзеркалами 18, 20, 21, пройде світлофільтр 22 і буде направлено на фотоперетворювач 23. Значення цього світлового потоку позначимо  $\Phi_3$ .

Таким чином за один оборот диску на фотоперетворювач 23 прийде три імпульси випромінювання. Фотоперетворювач 23 перетворює їх в імпульси напруги  $U_x(t)$ .

Імпульси випромінювання  $U_x(t)$  підсилюються підсилювачем 27 і передаються в блок вимірюван-

ня де через керований кодом атенюатор 30 попадають на вхід перетворювача низької частоти (ПНЧ) 32. З виходу ПНЧ 32 імпульси, частота яких  $F_x$ , пропорційна миттєвому значенню сигналу  $U_x(t)$ , поступають на перший вхід блоку управління 35. На четвертий вхід блоку управління 35 поступають імпульси високої частоти  $F_0$  з першого виходу блока формування часових інтервалів 46. На п'ятий, шостий, сьомий, восьмий, дев'ятий, та десятий входи блока управління 35 поступають сигнали управління  $U_1, U_2, U_3, U_4, U_5, U_6$ .

З другого, третього, четвертого, п'ятого, шостого і сьомого виходу блока 46 з тривалістю узгодженою з тривалістю переміщення дзеркала 4 і діафрагми 17, розміщених на диску модулятора 4. Сигнал  $U_1$  відповідає проходженню діафрагми 17 проти дзеркала 18 і отвору 19. Сигнал  $U_2$  відповідає перекриттю пучка випромінювання непрозорою частиною диска, одразу після сигналу  $U_1$ . Сигнал  $U_3$  відповідає проходженню дзеркала 3 проти отвору 10. Сигнал  $U_4$  відповідає перекриттю пучка випромінювання непрозорою частиною диска одразу після проходження сигналу  $U_3$ . Сигнал  $U_5$  відповідає проходженню дзеркала 3 проти отвору 24. Сигнал  $U_6$  відповідає перекриттю отвору непрозорої частини диска одразу після проходження сигналу  $U_5$ .

Передній фронт імпульсу  $U_1$  (який відповідає сигналу при відбиванні від дзеркал 18, 20, 21 - сигнал опору) синхронізований імпульсом  $U_c$  з виходу блоку синхронізації 47. При наявності управляючого сигналу  $U_1$ , імпульси з частотою  $F_x$  поступають з третього виходу блоку 35 на вхід додавання лічильника 38. При наявності управляючого імпульсу  $U_2$  імпульси з частотою  $F_x$  поступають з шостого виходу блоку 35 через вихід 6 на вхід віднімання лічильника 38. До моменту закінчення сигналу  $U_2$  на лічильнику 38 буде накопичено число  $N_{оп}$ , пропорційне інтегралу енергії, яка прийнята фотоперетворювачем 23 на  $i$ -му циклу роботи модулюючого диска 4.

Таким чином для каналу опору до моменту закінчення сигналу  $U_2$  в черговому циклі роботи модулюючого диска 4 значення  $N_{оп}$  знаходиться по залежності:

$$N_{оп} = \int_{t_0}^{t_1} K(U_x + U_{ф})dt - \int_{t_1}^{t_2} KU_{ф}dt = K \int_{t_0}^{t_1} U_x(t)dt \quad (3)$$

де  $K$  - крутизна перетворення блоку ПНЧ (наприклад Гц/В);

$t_0, t_1$  - інтервал часу який дорівнює по тривалості періоду існування сигналу  $U_1$ ;

$t_1, t_2$  - інтервал часу який дорівнює по тривалості періоду існування сигналу  $U_2$ ;

$U_{ф}$  - напруга фоновго зміщення.

Тривалість сигналу  $U_1$  дорівнює тривалості сигналу  $U_2$ .

Код  $N_{оп}$  в момент часу  $t_2$  поступає на вхід блоку зрівняння 39, де зрівнюється з кодом еталонного значення  $N_0$ . В залежності від результатів зрівняння з першого ("більше") чи другого ("менше") виходів блоку 39 сигнал управління  $U_+$  чи  $U_-$  поступають на двадцять четвертий або двадцять п'ятий входи блоку управління 35. Якщо в результаті зрівняння формується сигнал  $U_+$ , то за час трива-

лості цього сигналу послідовність високочастотних імпульсів з частотою  $F_0$  поступає одночасно на входи додавання реверсивних лічильників 36, 42, збільшуючи одержиме вказаних лічильників. В момент часу, коли код на виході лічильника 38 дорівнює коду еталонного значення  $N_0$ , сигнал  $U_+$  закінчується і зупиняє зміну коду, управляючого атенюатора 30. Якщо в результаті зрівняння формується сигнал  $U_-$ , то за час тривалості цього сигналу послідовність високочастотних імпульсів з частотою  $F_0$  поступає одночасно на входи віднімання реверсивних лічильників 36 та 42, зменшуючи одержиме згаданих лічильників. В момент часу, коли код на виході лічильника 38 дорівнює коду еталонного значення  $N_0$ , сигнал  $U_-$  закінчується і зупиняє зміну коду управляючого атенюатора 30.

Таким чином, за тривалість часу наявності сигналу  $U_+$  (чи  $U_-$ ), виконується корекція коефіцієнта передачі атенюатора 30, підтримуючи стабільним рівень вихідного опорного сигналу. При наявності сигналу управління  $U_3$ , імпульси з частотою  $F_x$  поступають з сьомого виходу блока 35 на вхід додавання лічильника 36, а при наявності сигналу управління  $U_4$ , імпульси з частотою  $F_x$  поступають на вхід віднімання лічильника 36. До часу закінчення сигналу  $U_4$  у лічильнику 36 буде накоплене значення  $N_{\infty}$ , пропорційне інтегралу енергії (значенню світлового потоку  $\Phi_1$ ), яке прийнято фотоперетворювачем 23 і еквівалентне відбиттю  $R_{\infty}$  від непрозорої стопи матеріалу. Значення  $N_{\infty}$  знаходиться аналогічно залежності (3).

Після закінчення сигналу  $U_4$  шини 48 може бути зчитано сигнал, якій дорівнює відношенню текущего значення  $R_{\infty}$  до опорного сигналу.

При наявності управляючого сигналу  $U_5$ , імпульси з частотою  $F_x$  поступають з дев'ятого входу блоку 35 крізь вихід 9 на вхід додавання лічильника 42, а при наявності управляючого сигналу  $U_6$ , з частотою  $F_x$  поступають з дев'ятого входу блоку 35 крізь вихід 10 на вхід віднімання лічильника 42. До часу закінчення сигналу у лічильнику 42 буде накоплене число  $N_{0i}$ , яке пропорційне інтегралу енергії (значенню світлового потоку  $\Phi_2$ ), яке прийнято фотоперетворювачем 23 і еквівалентне відбиттю  $R_0$  від листа матеріалу, який розміщено на чорній підкладці. Значення  $N_0$  знаходиться аналогічно залежності (3).

Після закінчення сигналу  $U_6$  шини 50 може бути зчитано сигнал, який дорівнює відношенню світлових потоків  $\Phi_1/\Phi_2$  (що еквівалентне відношенню  $R_0/R_{\infty}$ ), що характеризує непрозорість  $O$  матеріалу.

Робота каналу вимірювання поверхневої густини та вологості виконується наступним чином. Потік випромінювання від джерела 1 направляється на дзеркало 2. Відбитий від дзеркала 2 пучок випромінювання проходить через вузькосмугасті світлофільтри  $\lambda_{1,75}, \lambda_{1,93}, \lambda_{2,11}$  які розміщені на диску 4, направляються в світлозбиральну систему, яка виконана у вигляді двох полусфер. Внутрішні поверхні полусфер мають дзеркальну поверхню з коефіцієнтом відбиття не менше 0,8. У вершині одної полусфери виконано отвір через який проходить потік випромінювання від джерела 1. В другій полусфері зроблено отвір під кутом  $50 \pm 5^\circ$  від

центра полусфери до осі, яка проходить через вершини полусфер. В цьому отворі розміщено фотоперетворювач 9. Полусфери розміщені з проміжком між собою для розміщення між ними контрольованого матеріалу. 15. Пучок випромінювання, який проходить через в отвір в полусфери попадає на контрольований матеріал в центральну зону полусфер де розміщено матеріал, утворюючи пляму випромінювання. Частина випромінювання, частково буде відбита і розсіяна в сторону дзеркальної поверхні полусфери 7, інша частина пройде через матеріал і буде їм розсіяна. Невелика частина розсіяного випромінювання попаде на фотоперетворювач 9, а основна частина буде відбита дзеркальною поверхнею полусфери 8 в центральну зону плями випромінювання. Частина потоку випромінювання буде відбита в сторону полусфери 8 і фотоперетворювача 9, а частина пройде через контрольований матеріал 15 і буде знов направлена дзеркальною поверхнею полусфери 7 на контрольований матеріал в центральну зону плями випромінювання. Багато-разовий хід променів потоку випромінювання в полусферах повторюється як згадано вище. При цьому буде виконуватись багаторазове поглинання випромінювання контрольованим матеріалом, що підвищує інформативність вимірювання. Світлофільтри на диску розміщені через 90°. Таким чином, за один оборот диску 4 від джерела 1 на фотоперетворювач 9 приходять три імпульси випромінювання. Фотоперетворювач 9 перетворює їх в імпульси напруги  $U_7$  (при проходженні пучка випромінювання світлофільтром  $\lambda_{1,75}$ ),  $U_8(\lambda_{1,93})$ ,  $U_9(\lambda_{2,11})$ ,  $U_{10}$  (непрозора частина диска) які підсилюються підсилювачем 28 і передаються в блок вимірювання на керований кодом атенюатор 31. Далі обробка сигналів виконується аналогічно вищезгаданому каналу вимірювання непрозорості. При цьому задіюються лічильники 37, 40, 43, 45. За час існування сигналу  $U_7$  виконується корекція коефіцієнта атенюатора 31, підтримуючи стабільним рівень опорного сигналу, значення якого можна виміряти на виходу шини 49. При закінченні сигналу  $U_8$  з шини 51 може бути зчитано сигнал, який характеризує поверхневу густину з корекцією по непрозорості, для чого сигнали з виходу 5, 6, 7, 8 поступають крім лічильників 38, 40 також на лічильник 43. При закінченні сигналу  $U_9$  з шини 53 буде зчитано сигнал, який характеризує вологість матеріалу з корекцією по поверхневій густині і непрозорості, для чого сигналу з виходу 9, 10, 11, 12 поступають крім лічильників 42, 43 також на лічильник 45.

Робота каналу вимірювання неоднорідності просвіту матеріалу виконується наступним чином. Випромінювання від джерела 1 відбивається від

дзеркала 11, проходить через матеріал 15, попадає в світловод 12 і далі на фотоперетворювач 13. Листові матеріали які мають у складі целюлозу чи інші добавки мають нерівномірний розподіл поверхневої густини в діапазоні невеликих зон від 1 до 100мм (задіється також термін - обlačність). При переміщенні матеріалу це проявляється як модуляція випромінювання, яке попало у світловод 12. Сигнал з фотоперетворювача несе інформацію розмірів обlačності, які визначаються по зміні частоти з врахуванням швидкості переміщення матеріалу і зменшення поверхневої густини відносно середнього значення поверхневої густини. Вихідним значенням вимірювання є частота розподілу обlačностей і відхилення поверхневої густини від середнього значення (коефіцієнт варіації). Коефіцієнт варіації розраховується по залежності:

$$K_{\text{var}} = \frac{\sigma}{U_{\text{cp}}}$$

де  $\sigma$  - середнє квадратичне відхилення значення сигналів, які характеризують зміну поверхневої густини відносно його середнього значення,

$U_{\text{cp}}$  - значення сигналу з шини 51, яке характеризує поверхневу густину.

Коефіцієнт варіації зчитується з шини 52.

Таким чином, запропонований устрій може вимірювати чотири параметри листового матеріалу: поверхневу густину, вологість, непрозорість, нерівномірність просвіту листового матеріалу в реальному часі, з взаємною корекцією в одній і тій же зоні, що значно підвищує точність вимірювання, дозволяє замість набору пристроїв мати один пристрій, що зменшує габарити, вагу і дозволяє знизити вимоги до обладнання на якому розташовується пристрій, а також підвищити швидкість переміщення пристрою, що дозволяє підвищити інформативність вимірювань по площині матеріалу і застосувати його для регулювання технологічного процесу по чотирьом параметрам при виготовленні матеріалу.

Джерела інформації:

1. Патент США №4052615, G01N 21/30, 30.07.76 р.
2. Патент США №5124552, G01N 21/35, 28.01.91 р.
3. Патент США №4194114, G01N 23/00, 26.03.80 р.
4. Paper Trade Journal, 1980, е.165, №15, с. 42 "Вимірювач непрозорості паперу".
5. Датчики MICROSKAN. AccuRay 1180 Micro Plus.
6. Патент США №4222064, G01N 21/00, 09.09.80 р.
7. Техническое описание «Измеритель параметров бумаги ИПБ», 19021476.001-95 ТУ.

