

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора
Древецького Володимира Володимировича на дисертаційну роботу
Романюка Олександра Миколайовича на тему «Вдосконалення механічних
методів вимірювання концентрації паперової пульпи», подану на здобуття
наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю
05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин
галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Актуальність дисертаційної роботи

Сучасні технологічні процеси в целюлозно-паперовій промисловості є високотехнологічними та енергоємними. Вони базуються на переробці целюлозної сировини, значну частину якої складає макулатура, яка використовується для вторинної переробки, в тому числі для пакувальних матеріалів, які не забруднюють оточуюче середовище і є екологічно чистими. Одним з основних технологічних процесів є отримання паперової пульпи заданої консистенції при мінімальних енергетичних затратах. Системи автоматичного керування, які дозволяють оптимізувати процеси виробництва паперу на всіх його стадіях, оснований на безперервному вимірюванні концентрації пульпи в режимі реального часу. В той же час найбільш розповсюджені в целюлозно-паперовій промисловості механічні концентратоміри ротаційного та лопаткового типів мають невисокі метрологічні характеристики за рахунок неврахування впливу неінформативних параметрів на процес вимірювання, а тому є безумовно актуальною тема дисертаційної роботи Романюка О.М., що присвячена удосконаленню процесів вимірювання та алгоритмізації опрацювання результатів вимірювання вказаних концентратомірів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Напрямок дисертаційного дослідження є складовою частиною плану наукових досліджень Національного університету «Львівська політехніка» та кафедри «Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій».

Короткий аналіз змісту дисертаційної роботи

Дисертація складається із анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літературних джерел із 105 найменувань. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 157 сторінок. Крім того робота проілюстрована 46 рисунками та містить 9 таблиць.

У вступі розкрито стан науково-технічної проблеми, обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, показано зв'язок вибраного напряму досліджень з науковими програмами та планами, сформовано мету та задачі досліджень, визначено об'єкт та предмет досліджень, наведено наукову новизну

та практичне значення отриманих результатів для контролю процесу визначення концентрації паперової пульпи, показано особистий внесок здобувача в одержаних результатах і опублікованих працях.

У першому розділі розглянуто існуючі методи і прилади вимірювання концентрації паперової маси на різних етапах виробництва паперу. Відзначено що найбільш часто в промисловості використовуються механічні концентратоміри ротаційного та лопаткового типів з вимірюванням залежності між концентрацією та в'язкістю паперової пульпи, оптичні – з контролем інтенсивності світлового потоку, що проходить через паперову масу або відбивається від її поверхні, а також мікрохвильові концентратоміри, які визначають концентрацію за швидкістю проходження мікрохвилями відомої відстані в паперовій масі.

Показано, що найбільше застосування в промисловості знайшли механічні концентратоміри, оскільки в паперовій пульпі є домішки солей та твердих абразивних частинок, а також технологічних компонентів, що стабілізують паперову масу. При цьому, виникає проблема усунення впливу неінформативних параметрів (додаткових моментів сили тертя в підшипниках, кінематичних зв'язках між чутливими елементами і в ущільненнях, які перешкоджають попаданню паперової пульпи в середину концентратомірів).

На основі проведеного аналізу сформовано задачі дисертаційного дослідження.

Другий розділ дисертації присвячено дослідженню впливу неінформативних параметрів на процес вимірювання концентрації паперової пульпи з допомогою ротаційних та лопаткових віскозиметрів. Встановлено неінформативні параметри у виді небажаних, але об'єктивно існуючих моментів сил тертя в ущільненнях та підшипниках осі концентратомірів ротаційного типу. Розроблено модернізований концентратомір паперової пульпи з двома різними швидкостями обертання та реверсом чутливого елемента, а також нову конструкцію вимірювального вузла. Показано можливість усунути вплив моментів тертя в ущільненнях та у підшипника осі чутливого елемента виконаного у вигляді диску шляхом зміни частоти його обертання в процесі вимірювань таким чином, щоб періодично наближатись до встановленої частоти обертання диску зі сторони нижчих, а потім зі сторони вищих частот. Досліджено модель ротаційного концентратоміра з чутливим елементом у вигляді диска та показано, що змінюючи у процесі вимірювань по чергово напрям обертання чутливого елемента та проводячи усереднення результатів вимірювання можна усунути вплив моментів сили тертя, що діє на чутливий елемент (диск) через несиметричний розподіл швидкості течії рідини у зоні вимірювання концентрації. Розроблено алгоритм обчислення індексу течії n та коефіцієнта консистенції k паперової пульпи, що необхідно для визначення її концентрації. В результаті проведених досліджень запропонована нова методика поетапного проведення вимірювання концентрації паперової пульпи ротаційними концентратомірами по черзі на двох різних частотах обертання чутливого елемента із наближенням до них зі сторони нижчих та вищих частот обертання та повторенням вимірювань при зміні напрямку обертання.

В третьому розділі дисертації представлено дослідження вдосконаленого лопаткового концентратоміра паперової пульпи, в якому рухома лопатка здійснює коливання в обидва боки відносно середнього положення. Як інформаційний параметр використано силу струму через виток магнітоелектричного перетворювача який виникає при русі лопатки за течією та назустріч течії паперової пульпи. Розроблено слідкуючу автоматичну систему керування рухом та напрямом переміщення лопатки, що забезпечує сталу швидкість переміщення лопатки в потоці пульпи. Приведено графіки зміни вихідного параметру – сили струму у витку магнітоелектричного перетворювача при різних значеннях швидкості паперової пульпи в зоні вимірювання та при трьох різних її концентраціях. Отримано математичний вираз для визначення коефіцієнта консистенції пульпи k і показано, що він прямо пропорційний силі струму в навитку магнітоелектричного перетворювача концентратоміра.

Четвертий розділ присвячено експериментальному дослідженню вдосконаленого автором ротаційного концентратоміра побудованого на основі промислового МЕК-2300 в якому електромагнітний компенсаційний механізм замінено на розроблений новий магнітоелектричний, що має ряд переваг. До них відносяться: лінійна залежність функції перетворення; краща відтворюваність статичної характеристики; зменшення маси приладу та спрощення процедури налагодження механічної частини концентратоміра.

Експериментальним шляхом для паперової пульпи зі складом: гофрокартон (50%), канцелярський папір (25%) і газетний папір (25%) визначено градувальну характеристику концентратоміра з магнітоелектричним компенсатором для діапазону концентрацій від 0,5% до 5,5%, яка підтверджує теоретичні розрахунки наведені в дисертації.

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

- вперше для механічних концентратомірів паперової пульпи запропонована керована зміна руху чутливих елементів, що дозволяє зменшити вплив неінформативних параметрів та забезпечує підвищення точності вимірювань;
- вперше для ротаційних концентратомірів запропоновано шляхом знакоперемінного обертання чутливого елемента в паперовій пульпі та алгоритмічного опрацювання результатів вимірювання компенсувати вплив неінформативних параметрів на точність визначення концентрації;
- вперше запропоновано для підвищення точності вимірювання керувати рухом чутливого елемента лопаткового концентратоміра паперової пульпи за сигналом від генератора імпульсів трикутної форми, що забезпечує постійну швидкість зсуву в зоні вимірювання з несиметричним розподілом течії.

Практичне значення роботи

Практична цінність результатів наукових досліджень полягає в наступному:

- розроблено нові схеми побудови ротаційних та лопаткових концентратомірів паперової пульпи у яких шляхом програмного керування рухом

чутливих елементів та алгоритмічною обробкою результатів вимірювання досягається висока точність вимірювання концентрації;

- розроблено алгоритм опрацювання результатів вимірювань, який зменшує вплив моментів сил тертя в ущільненнях та у підшипниках вимірювальної осі ротаційного концентратоміра на точність вимірювання концентрації паперової маси;

- наукові результати використані в навчальному процесі НУ «Львівська політехніка», а розроблені концентратоміри паперової маси передані на впровадження у виробництво на ПАТ «Кохавинська паперова фабрика».

Необхідний ступінь достовірності та обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, отриманих автором, забезпечено аналізом літературно-довідкового матеріалу, використанням сучасних методів наукового дослідження. Математичне і фізичне моделювання процесів зміни в'язкості суспензій паперової маси в залежності від їх концентрації здійснювалось на основі теорії поведінки не ньютонівських рідин та теорії механіки рідин. Аналіз експериментальних даних здійснювався із застосуванням методів теорії вимірювань, теорії ймовірностей, математичної статистики та методів алгоритмізації і програмування.

Повнота публікацій

За темою дисертаційної роботи опубліковано: 18 наукових праць, серед них 4 статі у фахових наукових виданнях України; 5 статей у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз; 1 патент України на винахід; 12 публікацій у збірниках доповідей на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях. В публікаціях висвітлено основні результати дисертаційного дослідження. Апробацій та публікацій достатньо.

Особистий внесок здобувача

Дисертаційна робота є особистим науковим доробком здобувача. Особистий внесок здобувача полягає у визначенні мети і задач роботи, проведенні теоретичних та експериментальних досліджень з формуванням відповідних висновків, в тому числі обґрунтування застосування ротаційних та лопаткових концентратомірів паперової пульпи зі змінними режимами роботи, що дозволяє усунути вплив неінформативних параметрів на результати вимірювань та розробка алгоритмічного методу підвищення точності вимірювання концентрації паперової пульпи механічними методами.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності та оформлення

Зміст дисертації розкриває вирішення поставленої мети, задач і завдання. Робота має характер завершені наукової праці. Текстова частина має достатні і правильно зроблені посилання на літературні джерела. Дисертація і автореферат

належним чином оформлені і проілюстровані таблицями та графічним матеріалом.

Робота побудована в логічній послідовності, викладений матеріал систематизовано та переконує в достовірності приведених теоретичних та експериментальних даних.

Зміст та структура автореферату ідентично відображають викладені у дисертації етапи проведення досліджень, основні наукові результати та висновки.

Відповідність паспорту спеціальності

Дисертаційна робота відповідає паспорту наукової спеціальності 05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин, зокрема пп. 1, 6, 12 напрямів досліджень.

Недоліки та зауваження

1. У вступі в розділі практичне значення одержаних результатів (стор. 20) п. 3 – «реалізовано новий порядок проведення вимірювань», мабуть автор мав на увазі методику, п. 5 – «розроблено нову електронну частину блоку обробки інформації» та «програм для обробки інформації», які не описані в дисертації.

2. В розділі 1 не доцільно було представляти п. 1.1.1 (стор. 24-31) «Процеси виготовлення основних волокнистих напівфабрикатів».

3. На сторінці 37 автором необґрунтовано вжито термін «in-line», що має українське визначення «що вмонтовані» в трубопроводі.

4. На сторінці 41 позначення 9 і 10 на рис. 1.6 один раз названі як двигуни, а інший як мотори.

5. В дисертації недоцільно було представляти розділ п. 1.3.1 «Загальні характеристики поведінки в'язкої рідини» (стор. 56-58) як загальновідомі.

6. В розділі 2 в'язкість неньютонівської рідини називається видимою (стор. 74), а на стор. 91 – ефективною.

7. Розділ 2.2.4.2 (стор. 83) називається «Вдосконалення конструкції вимірювальної установки», хоча розглядається конструкція механічної частини ротаційного концентратоміра.

8. В розділі 3 на стор. 96 та стор. 103 повторюється текст дисертації.

9. На стор. 105, рис. 3.4 – немає позначень графіків 1, 2, 3, 4.

10. На стор. 109 вказано, що лопатка зміщена на «невеликий кут відносно осі трубопроводу паперової маси». цей кут довільний чи розраховується?

11. На стор. 109 вказано, що «схемотехнічна реалізація електронних вузлів вимірювальної схеми немає специфічних особливостей». Що під цим розуміється?

12. В розділі 4 на рис. 4.2 (стор. 113) та рис. 4.3 та рис. 4.12 (стор. 132) не позначено елементи конструкції.

13. На стор. 138 на графіках (рис. 4.13 та рис. 4.14) не вказано, що є змінною величиною по осі ординат.

14. На стор. 141 вказано, що концентрація паперової пульпи розраховувалась за формулою 4.4, хоча дана формула призначена для розрахунку кількості імпульсів після логічного елемента.

15. В дисертації відсутні результати дослідження метрологічних характеристик удосконалених лопаткових та ротаційних концентратомірів паперової пульпи з магнітоелектричним методом компенсації моменту в'язкого тертя.

Загальний висновок

В той же час, незважаючи на вказані зауваження дисертаційна робота Романюка Олександра Миколайовича на тему: «Вдосконалення механічних методів вимірювання концентрації паперової пульпи» є завершеною науковою роботою, що вирішує важливу науково-практичну задачу, яка полягає у розробці методів та засобів покращення метрологічних та експлуатаційних параметрів механічних концентратомірів паперової пульпи шляхом модифікації процесу вимірювання її в'язкості з подальшим алгоритмічним опрацюванням результатів вимірювання.

За своєю актуальністю, новизною і практичним значенням, достовірністю результатів досліджень, дисертаційна робота відповідає вимогам до робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, зокрема пп. 9 та 11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року, а її автор Романюк Олександр Миколайович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри автоматизації,
електротехнічних та комп'ютерно-
інтегрованих технологій Національного
університету водного господарства
та природокористування
д.т.н., професор

В.В. Древецький

Підпис Древецького В.В.
засвідчую

засвідчую секретар НЧВМ

