

Г.А. БОЙКО, А.С. ТИХОСОВ
Херсонський національний технічний університет

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЛУБ'ЯНОЇ СИРОВИНИ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

В статті проведено обґрунтування та експериментальне підтвердження застосування розробленого комплексного інформаційного метода контролю та підтримки нормованих показників вологості та температури на базі датчиків GY-21 HTU21 та мікрокомп'ютера Raspberry Pi B+. Дана методика була розроблена з метою контролю та збереження якісних показників температури і вологості в процесі розстилу, зберігання та підготовки до технологічної переробки луб'яної соломи та трести. Розроблена інформаційна методика полегшує обробку числових даних, одержаних під час технологічних процесів, економить час та кошти на проведення досліджень та забезпечує нормативні якісні показники луб'яної сировини до подальшої її переробки.

Ключові слова: технічні коноплі, льон олійний, вологість, температура, IT-технології, датчики вологості.

G. BOYKO, A. TIKHOSOV
Kherson National Technical University

QUALITY CONTROL OF BAST RAW MATERIALS USING INFORMATION TECHNOLOGIES

The main purpose of this work is to develop a modern method for determining and controlling the quality of temperature and humidity in the preparatory stages for the processing of bast raw materials. Recent studies of domestic and world markets and surveys of light industry show that at present and in the near future the leading position remains in natural commodities. This is due to the fact that modern society prefers environmentally friendly products from natural raw materials, rather than synthetic and artificial. In the world production of environmentally friendly products, bast raw material occupies a leading position as a source of natural raw materials, as it is reproduced by its hygienic, medical, biological and protective power structures, the preservation of which is invited to participate in all stages of processing. To achieve this goal, the articles prepare and experimentally confirm the application of the developed comprehensive information control method and support the normalized quality and temperature indicators based on GY-21 HTU21 sensors and Raspberry Pi B + microcomputer. This technique controls and maintains quality indicators of temperature and humidity in the process of drying, storage and preparation for technological processing of bast straw and trusts. This program helps the user to see all the collected data in the form of graphs on the page of his company. When opening the page for the first time, the user can see a map of the area where the straw is spread in the field, and the latest humidity and temperature on all sensors. The user can also choose the type of storage or drying, depending on what messages will be generated about the achievement of the desired humidity, or deviation from the temperature and humidity by more than 10%. When the optimum drying temperature of bast stalks and humidity of 19% is reached, the user is notified that the drying process has stopped, and what optimal parameters for collecting distribution have been achieved, and with what indicators raw materials can be stored or prepared for further processing. This technique can be used in the storage and preparation of raw materials for processing in order to preserve all the quality properties of the future bast fiber and its products. This program is created in English and Ukrainian versions, based on both domestic and foreign consumers (representatives of the industrial complex for processing bast straw or trusts). The developed information methodology facilitates the processing of numerical data supported during technological processes, saving time and money during research and the availability of regulatory quality indicators of bast raw materials for subsequent translations.

Keywords: technical hemp, oil flax, humidity, temperature, IT technologies, humidity sensors.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Протягом останнього часу легка промисловість зіштовхнулася з рядом проблем, які призвели до погіршення показників її діяльності, зокрема через фінансову кризу, застарілі технології, устаткування та технічну документацію, а головне відсутність власних сировинних ресурсів. Робота вітчизняних виробництв легкої промисловості нашої держави на 80% залежить від імпортованих ресурсів. Але, в той час перед Україною виникли нові можливості – власна сировинна база (волокна льону олійного та технічних конопель), скориставшись, якими можна досягти нового етапу становлення легкої промисловості [1]. Адже, дана лубоволокниста сировина має високі санітарно-гігієнічні властивості, які забезпечують регулярний теплообмін і позитивно діють на хребет і опорно-руховий апарат людського організму. Тканини з лубоволокнистих матеріалів мають високу повітропроникність, що сприяє утриманню кисню в структурі текстильних виробів, який виключає розвиток анаеробних бактерій і можливість їх розмноження всередині різноманітних видів одягу, трикотажу, взуття тощо [2]. Застосування таких матеріалів у виробництві товарів легкої промисловості не тільки забезпечить вітчизняний ринок якісними виробами, але й дасть підтримку вітчизняній сировині.

Забезпечити високу якість лубоволокнистих матеріалів можливо лише контролюючи показники якості сировини на всіх етапах технологічного процесу з використанням сучасних інформаційних технологій. Адже, вихід конкурентоспроможних виробів напряму залежить від якості сировини з якої вони виготовлялися. В сучасних реаліях контроль не тільки готового виробництва але й контроль технологічних процесів та підготовки сировини до перероблення повинні бути системно автоматизовані для більш точних експериментальних даних та збереженні часу на випробуваннях.

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми

На даний час отримання якісного луб'яного волокна зі стебел технічних конопель та льону олійного на декортикаційних машинах є актуальним завданням для фахівців коноплепереробної та лляної

галузі багатьох країн Європи [3]. Проблемі дослідження впливу фізико-механічних характеристик стебел конопель та льону на режими роботи декортікаторів та всього технологічного процесу присвятили свої наукові праці багато закордонних і вітчизняних вчених: Гілязетдінов Р.Н., Супрун Н.В., Новіков Є.В., Hobson R.N., Lu Y., Merdan N., Pavlo Katin, Munder F. У цих роботах визначено основні характеристики луб'яної соломи, які мають істотний вплив на якість вихідної сировини: довжину, діаметр, вологість, колір.

Одним з основних чинників впливу на якість волокна вважається вологість та температура вхідної сировини. На даний час існуючі методи визначення вологості луб'яної соломи, трести, довгого і короткого волокна, які занесені у діючі нормативні документи різних видів сировини є недосконалими. Одні з цих методів трудомісткі та вимагають багато часу, інші експрес-методи не дають точних результатів вимірювання. Таким чином, перед вітчизняними вченими постала задача визначення вологості луб'яної сировини методами, які зменшать час випробування та нададуть більш точні результати вимірювання протягом усього технологічного процесу переробки. Аналіз роботи закордонних вчених [4, 5] не допоміг вирішити це питання, адже роботи з визначення вологості сучасними методами проводилися в більшості випадків з бавовняною сировиною та матеріалами. Таким чином, на даний час проблематика оцінки якості сировини залишається відкритою. Висока якість та конкурентоспроможність матеріалів вітчизняного виробництва це актуальне завдання цього часу, яке постійно вирішується вітчизняними та закордонними науковцями.

Отже, за результатами аналізу напрацювань вітчизняних та закордонних вчених можна стверджувати, що запропонований метод комплексних досліджень якості луб'яної сировини не матиме аналогів в Україні та буде запорукою подальшого практичного розвитку легкої промисловості.

Формування цілей статті

Основними цілями даної роботи є:

- теоретично обґрунтувати та експериментально підтвердити оптимальний вибір комплексу технічних засобів автоматичного контролю якості луб'яної сировини;
- розробка мережі встановлення датчиків контролю вологості і температури на підготовчих процесах до основної переробки стебел луб'яних культур.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Вологість та температура стебел луб'яних культур є важливими технологічними характеристиками, оскільки від вмісту вологи у стеблах залежить їх зберігання, біологічний процес розстилення на полі під час перетворення стебел соломи в тресту й механічний процес виділення волокна від деревної частини стебел. Так, основні характеристики якості луб'яних волокон після механічного оброблення стебел – вміст костриці у волокні і його міцність напряму залежить від первинної вологості стебел, які подаються на переробку. Тому, важливим є встановлення оптимальних значень вологості стебел луб'яних культур для одержання високої якості волокна з найменшим вмістом костри та високою міцністю після механічного оброблення стебел в декортікаторах в процесі м'яття та тіпання на тіпальних машинах.

На основі вищевикладеного для виконання поставленого завдання було запропоновано наступні робочі гіпотези:

- використання на переробних підприємствах власних сировинних ресурсів за рахунок стебел льону олійного та технічної коноплі;
- розроблена сучасна система контролю якості обробки луб'яної сировини, може бути застосована для автоматичного контролю вологості та температури на базі датчиків GY-21 HTU21 та мікрокомп'ютера Raspberry Pi B+;
- контроль температури та вологості дозволить підвищити якість оброблення лубоволокнистої сировини: зменшити вміст сторонніх домішок, збільшити вихід волокна, зберегти екологічні властивості одержаних виробів;
- сучасна система контролю якості луб'яної сировини, на відміну від існуючих стандартизованих методів збільшить точність показників та збереже час на їх визначення;
- отримані матеріали матимуть високі показники вологопоглинання, повітропроникності, санітарно-гігієнічні властивості, які дозволять виготовляти вироби легкої промисловості належної якості.

Таким чином для доведення поставлених гіпотез на першому етапі досліджень було досліджено існуючі методи контролю вологості лубоволокнистої сировини. У попередніх наукових працях вітчизняних науковців встановлені стандартизовані параметри вологості, за якими повинні оброблятися стебла луб'яних культур льону довгунця, льону олійного, технічних конопель при застосуванні технологій заготівлі, зберігання, біологічного процесу одержання трести та механічного оброблення стебел при одержанні волокна. Але, унормовані значення вологості соломи, трести та волокна луб'яних культур, які наведені у відповідних стандартах ДСТУ 4149:2003, ДСТУ 8422:2015 та ТУУ 01.1-05480298-002.2018 не відповідають оптимальним значенням вологості в залежності від типу та сорту луб'яних культур та потребують системного контролю вологості на кожному етапі технологічного процесу з переробки луб'яних стебел [6].

Після проведених теоретичних досліджень методів системного контролю вологості було зроблено висновок, що в сучасному середовищі інформаційних технологій найдоцільнішим методом збору даних вологості та температури стебел луб'яних культур в процесі розстилу, зберігання, підготовки до перероблення буде побудова сенсорної мережі на основі датчиків та мікрокомп'ютера [7].

Таким чином, для подальших досліджень було обрано мережу ZigBee, адже на її основі можливо побудувати сенсорну мережу, яка дозволить збирати дані на відстані. Відстань від крайнього сенсора до мікрокомп'ютера в даному дослідженні не буде впливати на якість показників, адже маркери передають дані один одному в межах мережі ZigBee.

На другому етапі було проведено обґрунтування та експериментальне підтвердження застосування розробленого комплексного інформаційного метода контролю та підтримки нормованих показників вологості та температури лубоволокнистої сировини на базі датчиків GY-21 HTU21 та мікрокомп'ютера Raspberry Pi B+. Данна методика дозволяє миттєво визначати вологість та температуру лубоволокнистої сировини в будь-який момент часу з точними даними вимірювань, а головне є легким у застосуванні за помірною ціною. Завдяки даній методиці з використанням сенсорної мережі отримання показників вологості та температури розстилу луб'яних культур можливе без додаткових затрат та зусиль, інформація надходить з різних точок поля на комп'ютер у вигляді графіків та зберігається на сервері.

На основі мікрокомп'ютера Raspberry Pi B+, приймачів і передавачів ZigBee мережі cc2530 та cc2531 та датчиків вологості GY-21 HTU21 було побудовано сенсорну мережу для моніторингу показників вологості та температури лубоволокнистої сировини під час її висушування в період розстилу на полі. За технологією природного мочіння, лубоволокниста сировина вилежується на полі під відкритим небом. За даною методикою формуються ряди з лубоволокнистих стебел шириною 25-40 см та відстанню між рядами 5 м. Таким чином, для отримання показників вологості з усіх точок вилежування, датчики для відстеження температури та вологості в період мочіння встановлювалися на відстані 5-15 м один від одного.

Маркер складається з трьох основних частин: передатчика ZigBee, батареї живлення номіналом 3,7V та датчиків температури та вологості GY-21 HTU21, дана структурна схема наведена на рис. 1.

На основі даної структури й було побудовано систему збору, опрацювання та відправки даних на сервер. З таких маркерів формується сенсорна мережа, яка збирає дані про вологість та температуру на всіх ділянках поля де встановлені датчики та надсилає їх на мікрокомп'ютер для подальшого опрацювання.

Після збереження показників з сенсорів у власній базі даних MySQL мікрокомп'ютер формує JSON масив з усіх зібраних даних від маркерів, плюс додає до нього час збору даних у форматі «Y-m-d h:i», свої gps координати lat, lng та секретний ключ за допомогою якого сервер дізнається який з мікрокомп'ютерів надіслав дані. Також цей унікальний ключ дає змогу забезпечити безпеку при прийомі їх від мікрокомп'ютерів. Після цього ці дані надсилаються на сервер за допомогою глобальної мережі інтернет, схема відправки даних зображена на рис. 2.

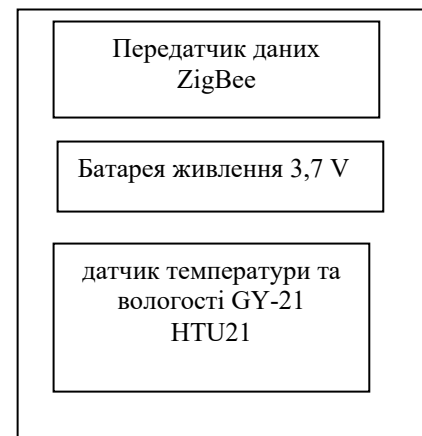


Рис. 1. Структурна схема маркера

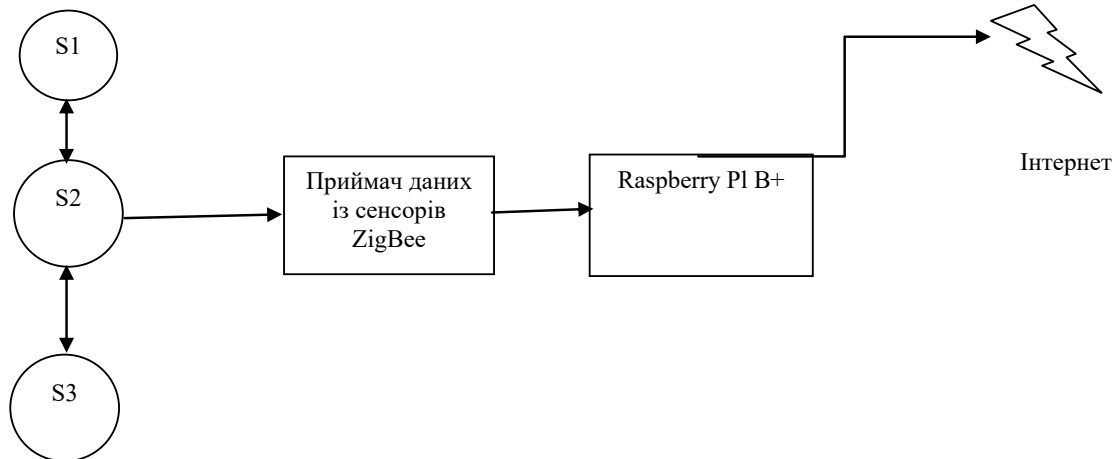


Рис. 2. Схема відправки даних на сервер

Після прийому даних сервер валідує їх валідатором Laravel фреймворку, перевіряє чи є токен вказаний в масиві в базі даних сервера і якщо всі дані проходять валідацію, вони зберігаються в базу даних MySQL. А на сервер відсилається відповідь, яка засвідчує про успішний прийом даних. Після проведення цих операцій користувач зможе побачити всі зібрані дані у вигляді графіків на сторінці своєї компанії. Відкривши свою сторінку вперше користувач може побачити карту місцевості на якій відбувається розстил та останні показники вологості і температури по всім сенсорам. Також, користувач може обрати тип зберігання або висушування, в залежності від чого будуть формуватися нотифікації про досягнення бажаних показників вологості, або про відхилення від показників температури та вологості більш ніж на 10%. Однією з додаткових функцій даної методики є те, що користувач сам може обрати з яких датчиків він саме хоче перевірити вологість чи температуру, дані миттєво відобразяться на його сторінці. На комп'ютер надсилається також інформація про відсутність зв'язку з датчиками та коли заряд батареї маркера складає менше 20%.

При досягненні оптимальної температури висушування стебел луб'яної сировини та вологості 19% користувачу надходить повідомлення про те, що процес висушування припинено, та які оптимальні параметри для збору розстилу було досягнуто та з якими показниками сировину можна відправляти на зберігання, або готувати до подальшої переробки. Дана методика застосовується й далі при зберіганні та підготовці сировини до переробки з метою збереження всіх якісних властивостей майбутнього лубоволокнистого волокна та виробів з нього. Дана програма створена в англійській та українській версіях, з розрахунку як на вітчизняного, так і на закордонного споживача (представників промислового комплексу з переробки луб'яної соломи або трести).

Висновки

У світовому виробництві екологічно чистої продукції, луб'яна сировина займає лідируюче місце, як джерело натуральної сировини, адже воно відрізняється своїми гігієнічними, медико-біологічними та захисними властивостями, збереження яких повинно відбуватися на всіх етапах технологічного процесу переробки. Виконана наукова робота, направлений на розв'язання цієї проблематики і покликана забезпечити вітчизняні текстильні виробництва сучасними системами контролю якості луб'яної сировини для випуску якісних виробів, конкурентоздатних не тільки на ринку України. Розроблені інформаційні технології, що водночас контролюють та зберігають високі показники якості сировини для лубоволокнистих матеріалів, матимуть вагоме наукове значення як для України, так і для світової наукової спільноти, та виведуть на якісний новий науковий рівень існуючі уявлення як вітчизняних, так і закордонних вчених у галузі легкої промисловості.

За результатами проведених досліджень заплановано розробити сучасні автоматизовані системи контролю якості на всіх технологічних стадіях переробки лубоволокнистої сировини аж до виходу готової продукції. Також, буде вдосконалено існуючий програмний продукт з контролю та підтримки всіх якісних показників луб'яної сировини, який дасть змогу вітчизняним переробним підприємствам реалізовувати якісні конкурентоспроможні вироби.

На основі отриманих результатів будуть розроблені методичні рекомендації щодо впливу вологості та температури луб'яної сировини на якість готової продукції.

Література

1. Бойко Г.А. Технічні коноплі: перспективи розвитку ринку в Україні / Г.А. Бойко, Г.А. Тіхосова, А.В. Кутасов // Товары и рынки : международный научно-технический журнал. – 2019. – № 2 (30). – С. 41–51.
2. Бойко Г.А. Унікальні споживні властивості технічних конопель / Г.А. Бойко, О.М. Мандра А.О. Тіхосова // The 6th International scientific and practical conference “Dynamics of the development of world science” (February 19-21, 2020) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2020. – P. 382–386.
3. Бойко Г.А. Вітчизняний та європейський досвід з переробки без наркотичних конопель / Г.А. Бойко, Л.А. Чурсіна, Т.О. Кузьміна // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2017. – № 2(61). – С. 76–78.
4. Томилова М.В. Исследование влияния влажности на стабильность структуры плетеных полотен при сдвиге / М.В. Томилова, Н.А. Смирнова // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2016) : сборник материалов Международной нацнотехнической конференции. Часть 2. – М. : ФГБОУ ВО «МГУДТ», 2016. – С. 98–101.
5. Машарипов Ш.М. Анализ современных методов и технических средств измерения влажности хлопковых материалов / Ш.М. Машарипов // Научный журнал «Приборы». – М., 2016. – № 4 (190). – С. 31–37.
6. Тіхосов А.С. Розробка системи контролю вологості на базі мікрокомп'ютера raspberry PI B+ / А.С. Тіхосов, Ф.М. Цивільський, В.Г. Шерстюк // Вісник Херсонського національного технічного університету. – 2017. – № 2 (61). – С. 228–233.
7. Петин В.А. Микрокомпьютеры Raspberry Pi: Практическое руководство / В.А. Петин. – СПб : БХВ-Петербург, 2015. – 240 с.

References

1. Boiko H.A. Tekhnichni konopli: perspektivy rozvytku rynku v Ukraini / H.A. Boiko, H.A. Tikhosova, A.V. Kutasov // Tovary y rinky : mezhdunarodni naucho-tekhnicheskyi zhurnal. – 2019. – № 2 (30). – S. 41–51.
2. Boiko H.A. Unikalni spozhyvni vlastyivosti tekhnichnykh konopel / H.A. Boiko, O.M. Mandra A.O. Tikhosova // The 6th International scientific and practical conference “Dynamics of the development of world science” (February 19-21, 2020) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2020. – R. 382–386.
3. Boiko H.A. Vitchyzniani ta yevropeyskyi dosvid z pererobky bez narkotychnykh konopel / H.A. Boiko, L.A. Chursina, T.O. Kuzmina // Vestnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnicheskoho unyversyteta. – 2017. – № 2(61). – S. 76–78.
4. Tomilova M.V. Issledovanie vliyaniya vlazhnosti na stabilnost struktury pletenyh poloten pri sdvige / M.V. Tomilova, N.A. Smirnova // Dizajn, tehnologii i innovacii v tekstilnoj i legkoj promyshlennosti (INNOVACII-2016) : sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchnotekhnicheskoy konferencii. Chast 2. – M. : FGBOU VO «MGUDT», 2016. – S. 98–101.
5. Masharipov Sh.M. Analiz sovremennykh metodov i tekhnicheskikh sredstv izmereniya vlazhnosti hlopkovykh materialov / Sh.M. Masharipov // Nauchnyj zhurnal «Pribory». – M., 2016. – № 4 (190). – S. 31–37.
6. Tikhosov A.S. Rozrobka systemy kontroliu volohosti na bazi mikrokompiutera raspberry PI B+ / A.S. Tykshosov, F.M. Tsyvilskyi, V.H. Sherstiuk // Visnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnichnoho unyversytetu. – 2017. – № 2 (61). – S. 228–233.
7. Petin V.A. Mikrokompyutery Raspberry Pi: Prakticheskoe rukovodstvo / V.A. Petin. – SPb : BHV-Piterburg, 2015. – 240 s.