

Дослідження проходження оптичного випромінювання крізь водно-молочний розчин

Отримано залежність вихідної напруги фотоприймача на основі пари фотодіод – операційний підсилювач від відносної масової частки молока у водно – молочному розчині, при проходженні крізь нього інфрачервоного випромінювання. Створено методику визначення оптимальної довжини хвилі випромінювання для забезпечення максимальної чутливості вимірювання відносної масової частки молока. Результати теоретичних досліджень підтверджено результатами експерименту.

Ключові слова: стійлова доїльна установка, водно-молочний розчин, інфрачервоне випромінювання, фотоприймач.

Investigation of the passage of optical radiation through a water-milk solution

In the paper is received the output voltage of photoreceiver based on pair photodiode - operational amplifier dependence from relative mass fraction of milk in water - milk solution, at passage through it of infrared radiation. Created the method for determining the optimum emission wavelength for maximum sensitivity of measuring the relative mass fraction of milk. The results of theoretical research confirmed by experiment.

Key words: stall milking machine, water-milk solution, infrared radiation, photoreceiver.

З метою створення засобу оперативного вимірювального контролю наявності води у молоці отримано залежність вихідної напруги фотоприймача на основі пари фотодіод – операційний підсилювач від відносної масової частки молока у водно – молочному розчині при проходженні крізь розчин інфрачервоного випромінювання [1, 2].

$$U_F(\eta) = I_0 S_{I0}(\lambda) R_{ZZ} S_{VD} \cdot 10^{\frac{d \rho_M \rho_V \left(k_M(\lambda) + k_V(\lambda) \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) \right)}{\rho_V + \rho_M \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right)}} \quad (1)$$

Для забезпечення максимальної чутливості вищевказаного засобу створено методику визначення оптимальної довжини хвилі інфрачервоного випромінювання.

Вираз, який зв'язує відносну масову частку молока у водно-молочному розчині з вихідною напругою фотоприймача на основі пари фотодіод - операційний підсилювач

$$\eta = \frac{\rho_M \lg \frac{U_F(\eta)}{I_0 S_{I0}(\lambda) R_{ZZ} S_{VD}} + d \rho_M \rho_V k_V(\lambda)}{(\rho_M - \rho_V) \lg \frac{U_F(\eta)}{I_0 S_{I0}(\lambda) R_{ZZ} S_{VD}} + d \rho_M \rho_V (k_V(\lambda) - k_M(\lambda))} \quad (2)$$

На рис. 1, а, наведено результати інтерполяції за допомогою кубічних сплайнів спектральних характеристик пропускання води та молока, які наведені на 1, а на рис. 1, б – графік відношення цих функцій.

Як слідує з рис. 1, б, оптимальне значення довжини хвилі інфрачервоного випромінювання для визначення відносної масової частки молока у водно-молочному розчині, при $d = 10$ мм складає приблизно 0,91 мкм.

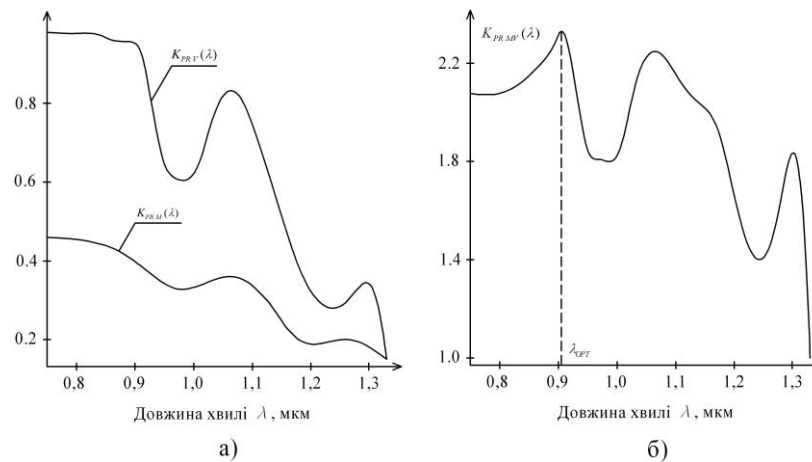


Рис. 1. Результати інтерполяції спектральних характеристик пропускання води і молока та графік відношення їх інтерполуючих функцій. а - інтерполуючі функції спектральних характеристик пропускання води та молока; б - відношення інтерполуючих функцій спектральних характеристик пропускання води та молока

У експериментальних дослідженнях у якості випромінювача використовувався інфрачервоний світлодіод ELIR11-21С виробництва компанії Everlight Americas Inc, який має номінальну довжину хвилі інфрачервоного випромінювання 0,94 мкм та максимальний струм 100 мА. Фотоприймач на основі пари фотодіод – операційний підсилювач був реалізований на основі фотодіоду S1336-18BQ виробництва компанії Hamamatsu Photonics, у якого спектральна характеристика має максимум при довжині хвилі випромінювання 0,96 мкм, і який на цій довжині хвилі має інтегральну струмову чутливість 0,5 А/Вт. Певна розбіжність між експериментальними та теоретичними даними зумовлена тим, що не враховане відбиття інфрачервоного випромінювання від водно-молочного розчину, дифракція випромінювання та його розсіювання шариками жиру у розчині, немонохроматичність джерела випромінювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кулаков, П. І. Елементи теорії вимірювального контролю параметрів біотехнічної системи доїння / П. І. Кулаков. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 220 с. - ISBN 978-966-641-641-7.
2. Kucheruk, V. Measurement of the Number Servings of Milk and Control of Water Content in Milk on Stall Milking Machines / V. Kucheruk, P. Kulakov, N. Storozhuk // Proceedings of the International Conference SCIT 2016, May 20-21, 2016, Warsaw, Poland. Recent Advances in Systems, Control and Information Technology. Part V, Volume 543 of the series Advances in Intelligent Systems and Computing, pp 435-447. - 01 December 2016. - DOI: 10.1007/978-3-319-48923-0_46

Сумчук Інна Григорівна - студентка групи МІТ-14Б, Факультет комп'ютерних систем та автоматики Вінницький національний технічний університет, Вінниця, mail: sumchuk98@ukr.net.

Symchuk Inna Grigoriivna - art. gr. MIT-14b, Faculty of Computer Systems and Automatics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, mail: sumchuk98@ukr.net.

Кулаков Павло Ігорович- професор, Факультет комп'ютерних систем та автоматики Вінницький національний технічний університет, Вінниця, mail: kulakovpi@gmail.com

Kulakov Pavel Igorovich - professor, Faculty of Computer Systems and Automatics Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, mail: kulakovpi@gmail.com

Кулакова Анна Павлівна - студентка групи КІВТ-17, Факультет комп'ютерних систем та автоматики Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Kulakova Anna Pavlovna - art. gr KIVT-17, Faculty of Computer Systems and Automatics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.