

С.Г. Потапов, асп.

S. Potarov

М.М. Масліков, канд. техн. наук

M. Maslikov

**ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ДЛЯ БЕЗПЕРЕРВНОГО
КОНТРОЛЮ ТА РЕЄСТРАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ГАЗОВОГО
ОХОЛОДНОГО СЕРЕДОВИЩА
LABORATORY PLANT FOR THE CONTINUAL CONTROL AND
PARAMETER REGISTRATION OF THE GAS REFRIGERATED
ATMOSPHERE**

Розроблена методика та зібрана дослідна установка, що дозволяє вимірювати та реєструвати параметри модифікованого газового середовища в автоматичному режимі з інтервалом в 30 секунд без порушення герметичності контейнера модифікованого газового середовища.

Ключові слова: *інтенсивність дихання, зберігання плодів, вимірювання концентрації газів, модифіковане газове середовище.*

It was developed the methodology and assembled the plant which allows measuring and registering parameters modified atmosphere in the automatic mode with the interval of 30 seconds without the hermeticity breach of the modified atmosphere container.

Key words: *intensity of breathing, fruit storage, measure of the gas concentration, modified atmosphere.*

Зберігання фруктів у модифікованому газовому середовищі (МГС) поширюється та вдосконалюється. Однак процеси, що відбуваються всередині герметичного пакета важко досліджувати, не порушуючи його герметичність. До того ж, такі величини, як відносна вологість та концентрація газів (кисень та двоокис вуглецю), складно виміряти існуючими засобами вимірювань.

Пропонується лабораторна установка, що дає змогу дистанційно вимірювати всі зазначені величини газового середовища без зміни кількості та складу середовища.

Використані датчики та перетворювачі частково поступають за точністю вимірювання традиційним методам і пристроям, але вони дають можливість працювати за умов зберігання у МГС, а у разі об'єднання в загальну систему – безперервно вимірювати та реєструвати параметри МГС з використанням ЕОМ.

Зберігання продуктів рослинного походження (ПРП) у МГС це поєднання холодильного зберігання з використанням газового середовища. При цьому йдеться не про заміну холодильного зберігання, а про його вдосконалення.

Дихання ПРП є визначальним процесом при зберіганні у МГС. Внаслідок цього процесу склад газового середовища контейнера змінюється: відбувається збагачення двоокисом вуглецю, збіднення киснем, випаровується волога та виділяється теплота. Таким чином, визначальними параметрами холодильного зберігання ПРП у МГС, які слід вимірювати, є температура, відносна вологість, концентрації кисню та двоокису вуглецю.

Нині існують методи вимірювання зазначених параметрів шляхом відбирання проби з герметичного контейнера. При цьому змінюється об'єм газового середовища у контейнері, що вносить зміни у інтенсивність дихання ПРП, а отже і в інтенсивність модифікації

середовища. За існуючою методикою вимірюють окремі параметри МГС (концентрацію кисню, двоокису вуглецю, аргону та температуру з зовнішнього боку контейнера) один раз на 3-5 годин, що призводить до похибки у прогнозуванні динаміки їх зміни.

Оскільки вагомим параметром, що характеризує ПРП є інтенсивність дихання, були проведені дослід з її визначення у газовому середовищі (ГС). Для ізоляції досліджуваного продукту від атмосфери замість газопроникної плівки використовувався герметичний контейнер.

На рис. 1 запропонована установка, призначена для дослідження процесів зберігання ПРП у ГС, обладнана перетворювачами вимірюваних величин у електричні величини. Електричні величини вимірюються мультиметром у режимі тестування та контролерами, що керуються ЕОМ.

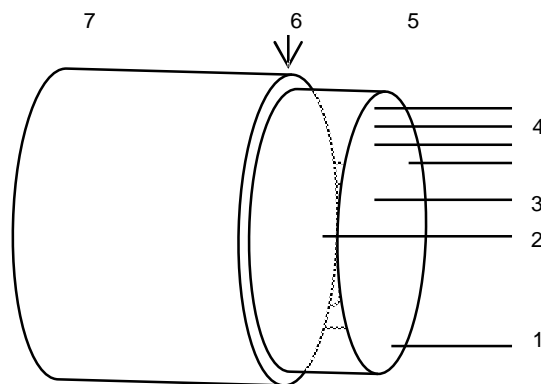


Рис. 1 – Лабораторна установка вимірювання параметрів охолоджуючого ГС: 1, 2, 3 – вводи датчиків відносної вологості, концентрації кисню, концентрації двоокису вуглецю відповідно; 4 – вводи термодатчиків; 5 - кришка з прозорим дном; 6 – місце ущільнення; 7 – контейнер.

Для проведення дослідів при температурах нижчих за температуру навколишнього повітря використовувалася холодильна шафа з примусовим рухом повітря, а при температурах вищих за температуру навколишнього повітря – термостатична шафа. Для стабілізації температурного режиму керування компресором холодильної шафи та

нагрівальним елементом термостатичної шафи переведено на електронний контролер температури Eliwell ID 961 (ЕКТ), що має світлову індикацію температури повітря. Температура під час досліду коливалася в межах $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

У якості контейнера ГС використана пляшка з PET (7), що герметично з'єднується з кришкою (5) за допомогою стрейчстрічки та хомута з ущільнювачем (6). Кришка має прозоре дно, з її внутрішнього боку розташовані датчики кисню та двоокису вуглецю. Вводи цих датчиків (відповідно 2 і 3), а також розташованих всередині контейнера датчик відносної вологості (1) та чотирьох термопар (4) загерметизовані. Дроти живлення та вимірювання виведені з холодильної камери і приєднані до контролерів та блоків живлення. Контролери опитують датчики кожні 30 с та записують результати на електронний носій.

На рис. 2 зображено схему поєднання контролерів та ЕОМ у цілісну систему, що дозволяє одночасно працювати з 4 контейнерами, всередині кожного з яких є датчики двоокису вуглецю, кисню, відносної вологості та 4 термопар.

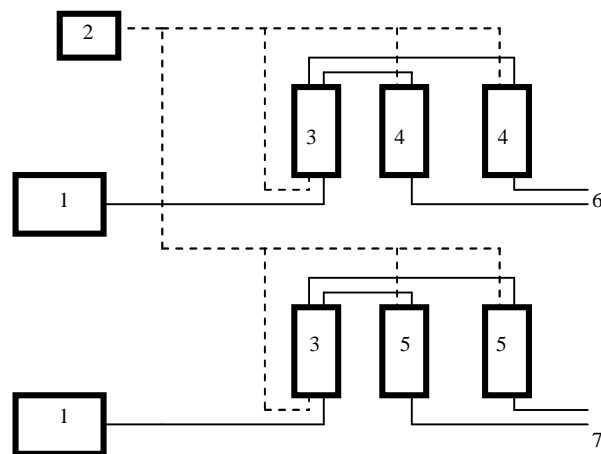


Рис. 2 – Установка вимірювання та запису параметрів ГС: 1 – ЕОМ; 2 – блок живлення NES-15-24; 3 - перетворювач i-7520; 4 - перетворювач i-7018; 5 - перетворювач i-7017; 6 – місце приєднання сигналу датчиків температури (16 датчиків); 7 – місце приєднання сигналу датчиків кисню, двоокису вуглецю та відносної вологості (12 датчиків).

Технічна характеристика використаного в установці обладнання наведена у таблиці 1.

Таблиця 1

Технічна характеристика перетворювачів та вимірювачів

Вимірювана величина та перетворювач	Температура, термопара	Температура, контролер Eliwell ID 961	Відносна вологість	Концентрація кисню	Концентрація двоокису вуглецю
Виробник датчика або приладу	-	Invensys Controls Italy	HH-3610, Honeywell	KE - 25, Figaro	TGS 4161, Figaro
Діапазон вимірювання	-40 ÷ +20°C	-55 ÷ +110°C	0 ÷ 100%	0 ÷ 100%	0,04 ÷ 4,5%
Сертифікати відповідності	-	-	-	ISO 9001	ISO 9001
Габаритні розміри чутливого елементу	Ø0,5 мм	Ø5 мм, довжина 35 мм.	4,5×6×1 мм	Ø28 мм, довжина 47,3 мм	Ø24,1 мм, довжина 24,3 мм
Живлення	-	~ 220 В	- 5В	-	Для живлення та перетворення сигналу датчика використано модуль CDM4160
Вихідний сигнал	ЕРС, що сприймають блоки i-7018, i-7520 та ЄОМ	Керований контакт	- 3,5 ÷ 4,5 В	- 0 ÷ 64 мВ	- 5В 0,04 ÷ 4,5%
Похибка	±2,1%*	±1%	±1%	±1%	±0,78%
Час сприймання вимірюваної величини	5с	30с	Від 0% до 90% 10хв	Від 0% до 90% 45с	Від 0% до 40% 10хв

*Похибка вимірювання температур за допомогою термопар корегується при калібруванні кожної термопари окремо.

Установка може використовуватися для дослідження процесу зберігання будь-якої продукції рослинного походження. На ній проведено дослід з багатьма овочами та фруктами. Для прикладу подані дані, отримані для сливи. Побудовані криві зміни визначальних параметрів МГС у часі зображені на рис. 3, 4, 5, 6. Надалі є можливість приєднання пакету з газопроникної плівки, для вимірювання параметрів МГС під час зберігання крупніших партій ПРП.

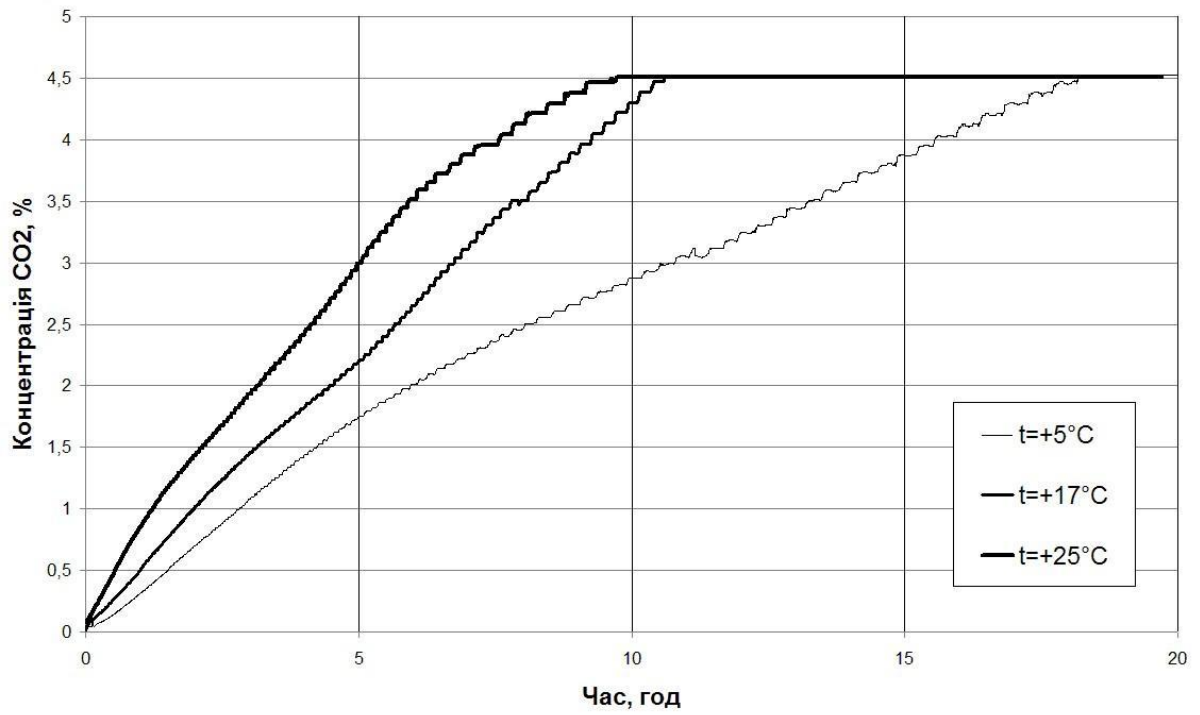


Рис. 3 – Зміна концентрації CO₂.

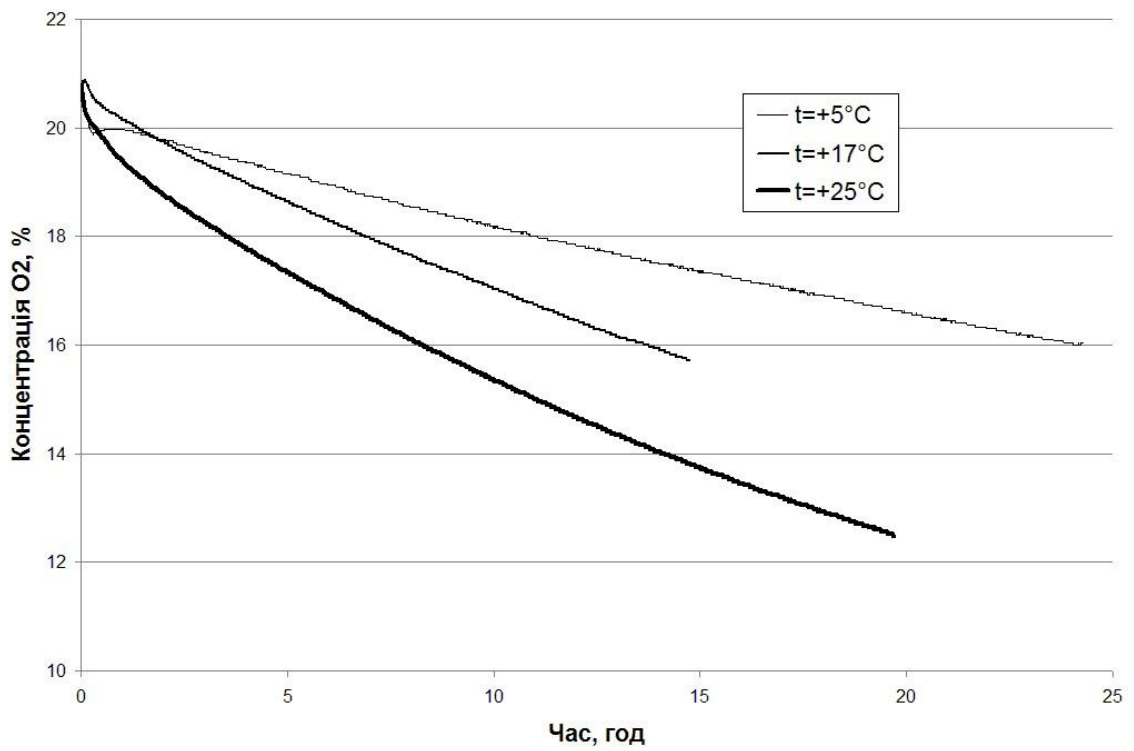


Рис. 4 – Зміна концентрації O₂.

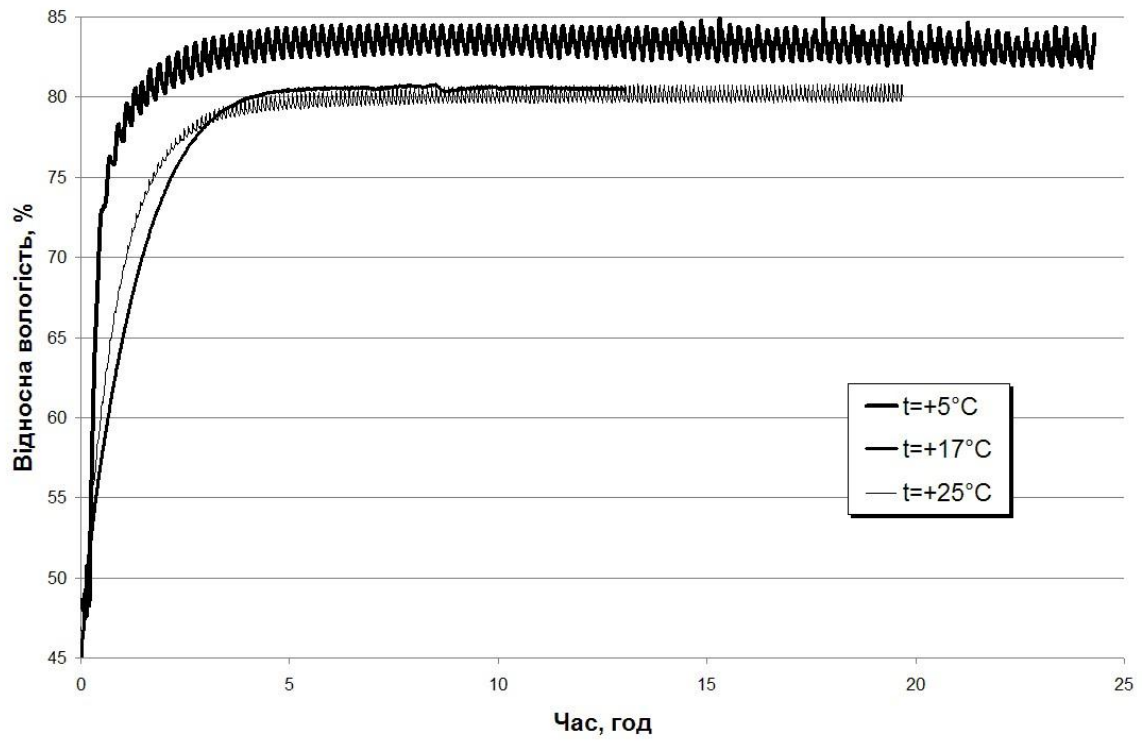


Рис. 5 – Зміна відносної вологості.

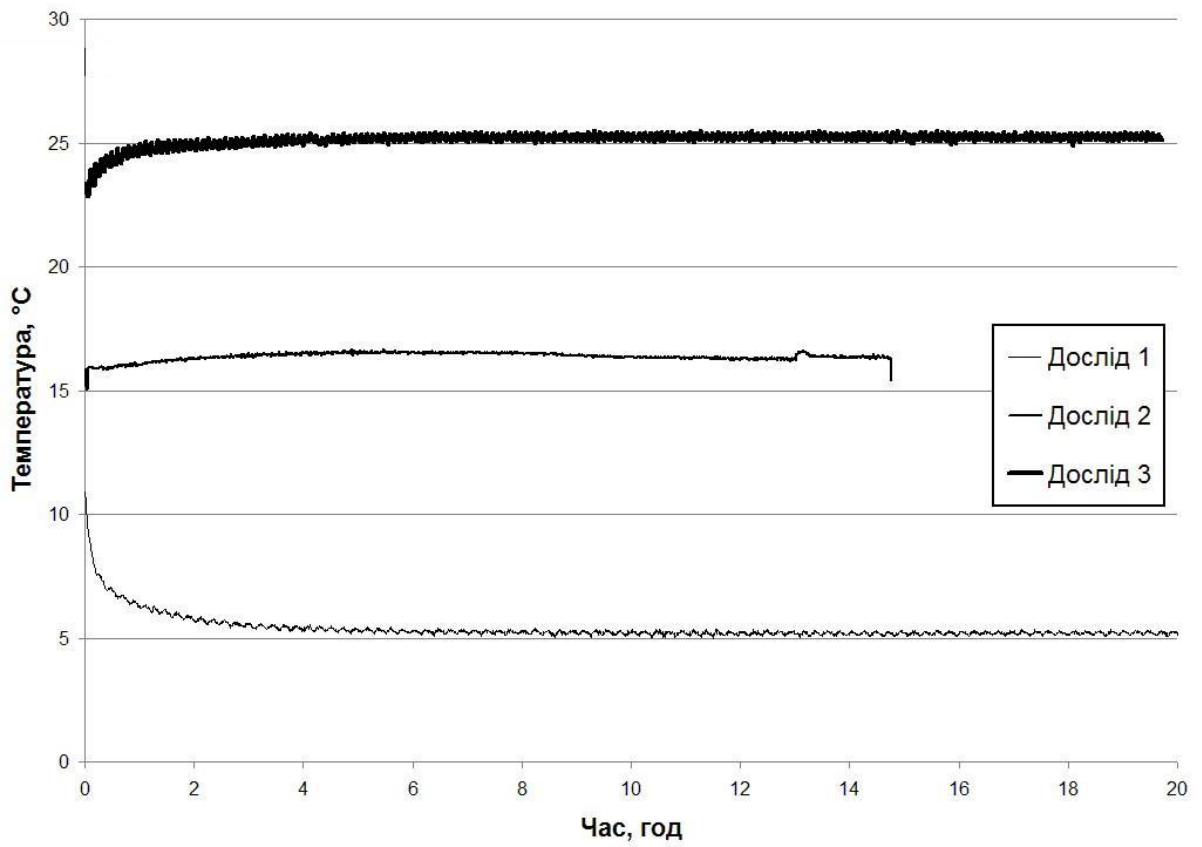


Рис. 6 – Зміна температури.

Висновки. Запропонована установка контролю процесів під час зберігання ПРП у МГС, дає змогу вимірювати основні параметри середовища без порушення герметичності контейнера модифікованого газового середовища з інтервалом від 1 с. Зібрані дані можуть бути використані для моделювання процесів метаболізму в контейнері з МГС.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Технічна* документація на давач двоокису вуглецю:
<http://www.figaroco.jp/en/pdf/CDM4160ProductInfo1207.pdf>.
2. *Технічна* документація на давач кисню:
<http://www.figaroco.jp/en/pdf/KEProductInfo0803.pdf>.
3. *Технічна* документація на давач відносної вологості:
<http://content.honeywell.com/sensing/pressreleases/2005/HIH4000.pdf>