



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 86501

(13) C2

(51) МПК (2009)

G08B 17/10

G01K 11/00

F26B 25/22

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВИЯВЛЕННЯ ЗОНИ ПІДВИЩЕНОЇ ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ У ЗЕРНОВОМУ НАСИПІ

1

2

(21) a200708423

(22) 23.07.2007

(24) 27.04.2009

(46) 27.04.2009, Бюл.№ 8, 2009 р.

(72) БОНДАРЕНКО МИХАЙЛО ФЕДОРОВИЧ, UA,  
СЕМЕНЕЦЬ ВАЛЕРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, UA, ЛЕОНІ-  
ДОВ ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, UA(73) ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИ-  
ТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, UA

(56) RU 2303213 C1, 20.07.2007

US 4053991, 18.10.1977

US 5326543, 05.07.1994

JP 62184341 A, 12.08.1987

US 4462250, 31.07.1984

(57) Спосіб виявлення зони підвищеної фізичної активності у зерновому насипі, що включає вимірювання температури зернового насипу, який **від-різняється** тим, що здійснюють вимірювання температури повітря безпосередньо над зерновим

насипом, а час виникнення зони самозігрівання у зерновому насипі визначають за змінами парціального тиску водяної пари у повітряному просторі безпосередньо над зерновим насипом, виділенням якої супроводжується процес виникнення зони підвищеної фізичної активності, причому вимірювання парціального тиску водяної пари і температури повітря над зерновим насипом здійснюють шляхом вимірювання та порівняння швидкості поширення акустичного сигналу в закритому відрізьку звуководу з атмосферним повітрям відомого газового складу, який установлений над зерновим насипом, і в повітряному середовищі безпосередньо над зерновим насипом у силосі елеватора, при цьому при рівній температурі повітря усередині звуководу та над зерновим насипом факт виникнення зони підвищеної фізичної активності фіксують за значенням парціального тиску водяної пари, що перевищує критичне.

Винахід відноситься до вимірювальної техніки, а саме до пристроїв контролю температури та вологості і може бути використаний в системах контролю умов збереження зернового насипу в силосах елеватора або зерноскладах з метою попередження псування і втрат зерна за рахунок самозігрівання, а також як пожежну сигналізацію.

Найбільш близьким по сукупності ознак є спосіб виявлення зони підвищеної фізичної активності в зерновому насипі, що базується на вимірі температури зернового насипу за допомогою термодатчиків ТП-1М з точковими датчиками температури [Комплексная механизация и автоматизация на предприятиях по сохранению и переработке зерна. Обзорная информация. Автоматизация процессов на хлебоприемных предприятиях. Москва, 1984], який містить точкові термодатчики опору, установлені з кроком 5м, котрі мають абсолютну погрішність виміру  $\Delta T = \pm 2,5^\circ C$  і радіус чутливості  $R_{\text{чп}} = 0,57\text{м}$ .

Недоліком прототипу є залежність радіуса чутливості виявлення зони самозігрівання від абсо-

лютної погрішності виміру температури термодатчиками.

Технічною задачею цього винаходу є зменшення помилки визначення часу виникнення в зерновому насипі зони з підвищеною фізичною активністю в результаті самозігрівання зерна в процесі збереження зернового насипу.

Ця задача вирішена таким чином. Спосіб виявлення зони підвищеної фізичної активності в зерновому насипі, що складається у вимірі температури зернового насипу, згідно винаходу, вимір температури зернового насипу здійснюється по виміру температури повітря безпосередньо над зерновим насипом, а для визначення часу виникнення зони самозігрівання в зерновому насипі використовують додатково виявлення зміни парціального тиску водяної пари в повітряному просторі безпосередньо над зерновим насипом, виділенням якої супроводжується процес виникнення зони з підвищеною фізичною активністю, причому вимір парціального тиску водяної пари і температури повітря здійснюється шляхом виміру та порівняння швидкості поширення акустичного сигналу в закритому відрізьку звуководу, усередині якого утри-

(13) C2

(11) 86501

(19) UA

мується атмосферне повітря з відомим газовим складом, якій установлено над зерновим насипом, і в повітряному середовищі безпосередньо над зерновим насипом у силосі елеватора, при чому температура газу усередині звуководу виявляється рівній температурі газу над зерновим насипом, а факт виникнення зони самозигрівання фіксується при даній температурі по значенню парціального тиску водяної пари в тому випадку, як що це значення перевищує критичне.

На Фіг.1 приведена залежність розподілу температури від відстані між точкою виміру температури і зоною самозигрівання, зазначене в прототипі.

На Фіг.2 представлена схема способу.

На Фіг.3 зображені часові діаграми способу.

Розглянемо більш докладніше цей спосіб.

З Фіг.1 випливає, що збільшення кількості датчиків у термодіагносту зменшує товщину неконтрольованого шару зернового насипу тільки при пластичному самозигріванні і не є ефективним при зональному зигріванні, а збільшення чутливості датчиків до  $0,5^{\circ}\text{C}$  збільшує радіус чутливості тільки до 1м і тому не вирішує проблеми зберігання якості зерна при збереженні що при діаметрі силосу 6м і 3м приводить до того, що значна частина зернового насипу піддається тривалому самозигріванню.

Швидкість розповсюдження акустичних хвиль в вологому повітрі згідно з [Тверской И. Н. Курс метеорологии (физика атмосферы). - Л.: Гидрометиздат, 1963.] визначається по формулі  $C_{\text{вл}} =$

$$C_{\text{сух}}[1 + 0,14(e/p)] = \frac{2L_{\text{вл}}}{t_{\text{вл}}}, \text{ де } C_{\text{вл}} - \text{швидкість поширення акустичної хвилі у вологому повітрі, } C_{\text{сух}} -$$

швидкість поширення акустичної хвилі в сухому

$$\text{повітрі, } C_{\text{сух}} = 20,06 \sqrt{T} = \frac{2L_{\text{сух}}}{t_{\text{сух}}}, \text{ } T^{\circ}\text{K} - \text{температура}$$

повітря,  $e$  - парціальний тиск водяної пари,  $p$  - атмосферний тиск,  $L$  - довжина шляху розповсюдження акустичної хвилі. Якщо шляхи розповсюдження в обох випадках однакові, тобто  $L_{\text{вл}}=L_{\text{сух}}$ ,

$$\text{то отримаємо } \frac{t_{\text{сух}}}{t_{\text{вл}}} = 1 + 0,14 \frac{e}{p}, \text{ де } t_{\text{сух}} \text{ і } t_{\text{вл}} \text{ часи}$$

розповсюдження акустичних хвиль закритому від-

різку звуководу і в повітряному середовищі безпосередньо над зерновим насипом у силосі елеватора відповідно. Звідкіля отримаємо

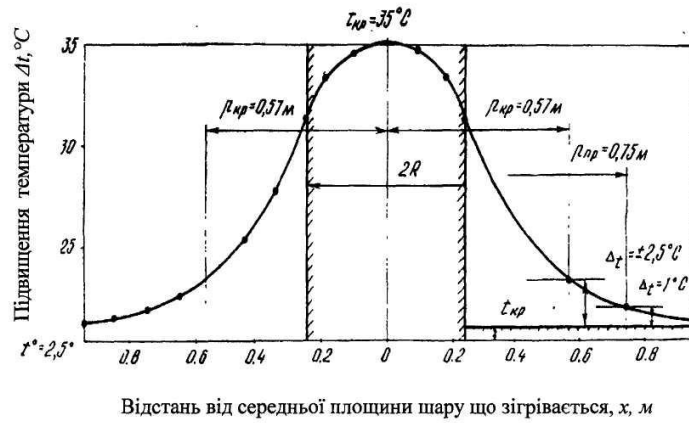
$$e = \left( \frac{t_{\text{сух}}}{t_{\text{вл}}} - 1 \right) \cdot \frac{p}{0,14}. \text{ Рішення про виникнення зони}$$

підвищеної фізичної активності в зерновому насипі приймається, якщо виконується нерівність  $e > e_{\text{кр}}$ , де  $e_{\text{кр}}$  - критичне значення парціального тиску водяної пари.

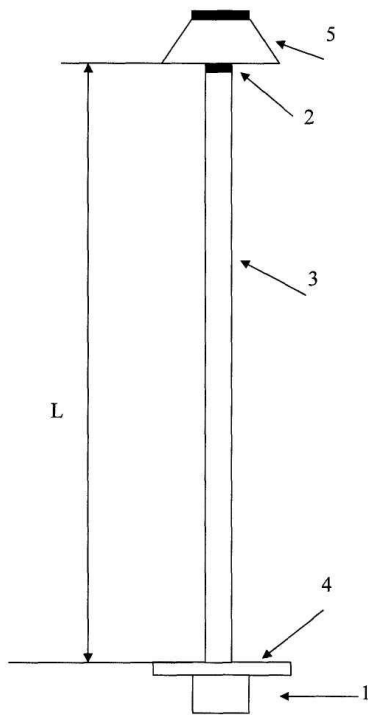
Спосіб здійснюється таким чином. Над поверхнею зернового насипу усередині верхньої частини силосу вертикально (або горизонтально) установлюється звуковод довжиною  $L$ . З одного кінця, наприклад з верхнього, звуковод заглушений заглушкою 2, а до відкритого кінця приєднаний перший акустичний випромінювач-приймач 1, що випромінює акустичну хвилю у внутрішній простір звуководу 3, і у якому є приставка, що здійснює підрахунок часу проходження акустичної хвилі між першим випромінювачем-приймачем, заглушеним кінцем звуководу і першим випромінювачем-приймачем. Конструктивно перший акустичний випромінювач-приймач виконує також роль акустичного відбивача 4. На стороні заглушеного кінця звуководу встановлюється другий акустичний випромінювач-приймач 5, у якому також є приставка, що здійснює підрахунок часу проходження акустичної хвилі між другим випромінювачем-приймачем, першим випромінювачем-приймачем, використовуваним при цьому як відбивач акустичної хвилі і другим випромінювачем-приймачем, причому в цьому випадку акустична хвиля поширюється по відкритому повітряному простору над поверхнею зернового насипу, а довжина всього шляху поширення акустичної хвилі також дорівнює  $L$ . Далі розраховується значення парціального тиску во-

$$\text{дяної пари по формулі } e = \left( \frac{t_{\text{сух}}}{t_{\text{вл}}} - 1 \right) \cdot \frac{p}{0,14}, \text{ причо-}$$

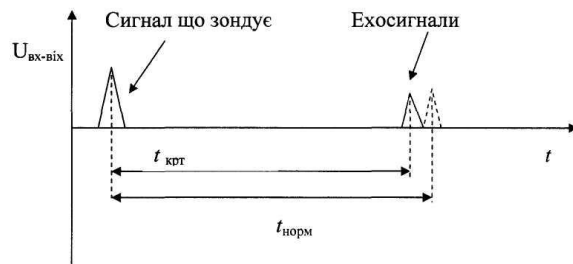
му  $p$  вимірюється за допомогою додаткового барометра. Якщо значення  $e$  перевищує критичне значення  $e_{\text{кр}}$ , тобто виконується нерівність  $e > e_{\text{кр}}$ , то приймається рішення про виникнення в зерновому насипі зони з підвищеною фізичною активністю.



Фіг. 1.



Фіг.2



Фіг.3