



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A01F 25/16 (2020.05)

(21)(22) Заявка: 2019129761, 23.09.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.09.2019

Дата регистрации:
30.11.2020

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 23.09.2019

(45) Опубликовано: 30.11.2020 Бюл. № 34

Адрес для переписки:
109004, Москва, ул. Земляной Вал, 73, МГУТУ
им. К.Г. Разумовского (ПКУ), Богоносову
Константину Александровичу

(72) Автор(ы):
Ермолаев Владимир Александрович (RU),
Кечкин Иван Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Московский государственный
университет технологий и управления имени
К.Г. Рузумовского (ПКУ)" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: КЕЧКИН И.А. ОБЕСПЕЧЕНИЕ
СОХРАННОСТИ ЗЕРНА В
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СИЛОСАХ
БОЛЬШОЙ ВМЕСТИМОСТИ. "Научно-
практический электронный журнал Аллея
Науки" 3 (19), Т.2, март 2018, с. 359-362. SU
1210031 A1, 07.02.1986. RU 2131103 C1,
27.05.1999. US 4885985 A, 12.12.1989. DE 8812644
U1, 17.11.1988.

(54) Способ определения скорости фильтрации воздуха в металлическом силосе

(57) Реферат:

Для измерения давления и перепада давления воздуха внутри силоса используют дифманометр. Измерение осуществляют при слое фиксированной толщины от 2,5 до 3,5 м, высоте зерновой насыпи от 5 до 20 м, размере ячеек вентиляционной решетки от 0,06 до 0,4 м, сечении

воздухоотводных каналов от 0,03 до 0,2 м² в процессе вентилирования, при подаче воздуха от 9,0 до 11,0 м³/чхт. Изобретение позволяет определять скорость фильтрации воздуха в металлическом силосе, что обеспечивает увеличение сроков хранения зерна. 2 табл., 1 ил.

C 1
2 7 3 7 4 5 0
R U

R U
2 7 3 7 4 5 0
C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11)

2 737 450 (13) **C1**

(51) Int. Cl.
A01F 25/16 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
A01F 25/16 (2020.05)

(21)(22) Application: **2019129761, 23.09.2019**

(24) Effective date for property rights:
23.09.2019

Registration date:
30.11.2020

Priority:

(22) Date of filing: **23.09.2019**

(45) Date of publication: **30.11.2020 Bull. № 34**

Mail address:

**109004, Moskva, ul. Zemlyanoj Val, 73, MGUTU
im. K.G Razumovskogo (PKU), Bogonosovu
Konstantinu Aleksandrovichu**

(72) Inventor(s):

**Ermolaev Vladimir Aleksandrovich (RU),
Kechkin Ivan Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Moskovskij gosudarstvennyj
universitet tekhnologij i upravleniya imeni K.G.
Ruzumovskogo (PKU)" (RU)**

(54) **METHOD OF DETERMINING AIR FILTRATION RATE IN METAL SILO**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: differential pressure gauge is used to measure pressure and pressure drop of air inside silo. Measurement is performed at layer of fixed thickness from 2.5 to 3.5 m, height of grain embankment from 5 to 20 m, size of cells of ventilation grid from 0.06 to 0.4 m, section of air discharge channels from 0.03 to

0.2 m² in the process of venting, when the air supply from 9.0 to 11.0 m³/h × t.

EFFECT: invention enables to determine air filtration rate in metal silo, which provides longer storage life of grain.

1 cl, 2 tbl, 1 dwg

RU 2 737 450 C1

RU 2 737 450 C1

Изобретение относится к аграрной отрасли и может быть использовано для замера давления в металлических силосах.

Из авторского свидетельства №1797699 классификатор G01L известна манометрическая трубчатая пружина. Патент SU 1797699 АЗ Союз Советских Социалистических Республик, G01L 7/04. Манометрическая трубчатая пружина / Гаврюшин С.С., Андреева Л.Е. - МГУТУ им. Н.Э. Баумана, опубликован 23.02.1993 (аналог).

К недостаткам трубчатой пружины следует отнести невозможность получения требуемых статических и динамических характеристик из-за отсутствия необходимой калибровки.

Наиболее близким по реализации и получаемому результату является манометр, содержащий корпус, шкалу, указательную стрелку и механизм ее перемещения трубчатой пружиной с неподвижным и подвижным концами. Патент №2386935. Манометр / Вяткин Б.М., Гетц А.Ю., владелец патента Открытое акционерное общество «Манотомь» (прототип).

К недостаткам относится то, что не предохраняется трубчатая пружина от возможных максимальных нагрузок, превышающих допустимые для трубчатой пружины.

Техническим результатом изобретения является способ, позволяющий определить скорость фильтрации воздуха в металлическом силосе для хранящегося зерна, что обеспечит увеличение сроков хранения за счет своевременного, энергоэффективного и точного контроля параметров: скорости подаваемого воздуха.

Поставленная задача достигается тем, что, исходя из массы вентилируемого зерна, площади сечения силоса и нормативной удельной подачи воздуха вычисляют минимальное значение скорости фильтрации. Затем по формуле, Рамзина, вычисляют минимально-допустимый перепад давления, значение которого отмечают на циферблате дифманометра, в соответствии с фигурой 1. Высота зерновой насыпи составляет от 5 до 20 метров, размер ячеек вентиляционной решетки от 0,06 до 0,4 метра, сечение воздухоотводных каналов от 0,03 до 0,2 м² в процессе вентилирования, при подаче воздуха от 9,0 до 11,0 м³/чхт.

Для вычисления минимально-допустимого перепада давления используют формулу Рамзина.

$$\Delta P = 9,81 \cdot A \cdot H \cdot V^n,$$

где ΔP - среднее значение перепада давления в слое зерна, Па;

H - толщина слоя, мм;

V - скорость фильтрации или расход воздуха, отнесенный к площади силоса, м/с;

A, n - постоянные коэффициенты, зависящие от размеров, формы и степени уплотнения зерен в насыпи (см. таблицу 1).

Таблица 1 - Значения коэффициентов A и n для различных культур

Культура	A	n	Культура	A	n
Пшеница	1,41	1,43	Кукуруза	0,67	1,55
Рожь	1,76	1,41	Горох	0,82	1,51
Овес	1,64	1,42	Гречиха	1,76	1,41
Ячмень	1,44	1,43	Просо	2,34	1,38

При вентилировании зерна в силосе используются одинаковые вентиляторы. При этом высота зерновой насыпи составляет от 5 до 20 метров, размер ячеек вентиляционной решетки от 0,06 до 0,4 метра, сечение воздухоотводных каналов от 0,03 до 0,2 м² в процессе вентилирования, при больших или меньших значениях указанных параметров необходимо менять ширину сопротивления зернового слоя. Диапазон значений высоты зерновой насыпи, размеров ячеек вентиляционной решетки и сечение воздухоотводных каналов должен быть именно таким, так как позволяет наиболее точно определить скорость фильтрации воздуха в металлическом силосе, при значениях, выходящих за указанные границы (высота насыпи, размер ячеек вентиляционной решетки и сечение воздухоотводных каналов) погрешность способа может составлять более 50% из-за нехватки мощности электрических двигателей, применяемых на производствах.

Вследствие того, что в силосах имеются утечки воздуха до поступления в зерновую массу, то замеры расходов воздуха, нагнетаемого вентиляторами, не являются достоверными для определения объемов удельных подач (см. таблицу 2). Из данных таблицы следует, что расхождения между удельными подачами воздуха в силос и в зерновой слой достигают 5-10%.

Таблица 2. Расходы воздуха и удельные подачи при вентилировании.

Расход воздуха, нагнетаемого вентилятором Q, м ³ /ч	Перепад давления в слое толщиной 2950 мм, ΔP, Па	Расход воздуха в слое зерна Qз, м ³ /ч	Утечки воздуха ΔQ		Удельные подачи воздуха, q, м ³ /ч·т	
			м ³ /ч	% от Q	в силос	в зерновой слой
14400	270	13040	1360	9,7	9,6	8,7
11700	220	11300	400	3,4	7,8	7,5
9720	160	9050	670	6,9	6,5	6,0
9360	140	8300	1060	10,3	6,2	5,5

Для определения выполнения необходимого норматива подачи воздуха на одну тонну в час предлагается оснастить силос промышленным дифманометром, с помощью которого измеряют перепад давления внутри силоса в слое фиксированной толщиной от 2,5 до 3,5 метров. Тогда перепад давления для этого слоя будет функцией одной переменной - скорости фильтрации.

Примеры осуществления работы прибора.

Пример 1. Измерение перепада давления воздуха внутри силоса осуществляется дифманометром, при этом высота зерновой насыпи составляет 5 метров, размер ячеек вентиляционной решетки 0,06 метра, сечение воздухоотводных каналов 0,03 м² в процессе вентилирования, при подаче воздуха 9,0 м³/ч·т. На циферблате дифманометра отмечают значение соответствующее минимально допустимому перепаду давления для заданных значениях высоты насыпи, размера ячеек вентиляционной решетки, сечения воздухоотводных каналов, подаче воздуха.

Пример 2. Измерение перепада давления воздуха внутри силоса осуществляется дифманометром, при этом высота зерновой насыпи составляет 15 метров, размер ячеек

5 вентилиционной решетки 0,2 метра, сечение воздухоотводных каналов $0,1 \text{ м}^2$ в процессе вентилирования, при подаче воздуха $10 \text{ м}^3/\text{чхт}$. На циферблате дифманометра отмечают значение соответствующее минимально допустимому перепаду давления для заданных значений высоты насыпи, размера ячеек вентилиционной решетки, сечения воздухоотводных каналов, подаче воздуха.

10 Пример 3. Измерение перепада давления воздуха внутри силоса осуществляется дифманометром, при этом высота зерновой насыпи составляет 20 метров, размер ячеек вентилиционной решетки 0,4 метра, сечение воздухоотводных каналов $0,2 \text{ м}^2$ в процессе вентилирования, при подаче воздуха $11 \text{ м}^3/\text{чхт}$. На циферблате дифманометра отмечают значение соответствующее минимально допустимому перепаду давления для заданных значений высоты насыпи, размера ячеек вентилиционной решетки, сечения воздухоотводных каналов, подаче воздуха.

15 Способ определения скорости фильтрации воздуха был апробирован на металлическом силосе. Его технические характеристики и габариты: вместимость 10000 тонн, диаметр 28 метров, высота вертикальной стенки 17 метров, общая высота 20 метров. В результате испытаний были получены данные, подтверждающие ожидаемый технический результат. При применении данного прибора повысилась точность и рабочий диапазон измерений скорости фильтрации воздуха, в результате этого
20 увеличились предельно допустимые сроки хранимой продукции.

(57) Формула изобретения

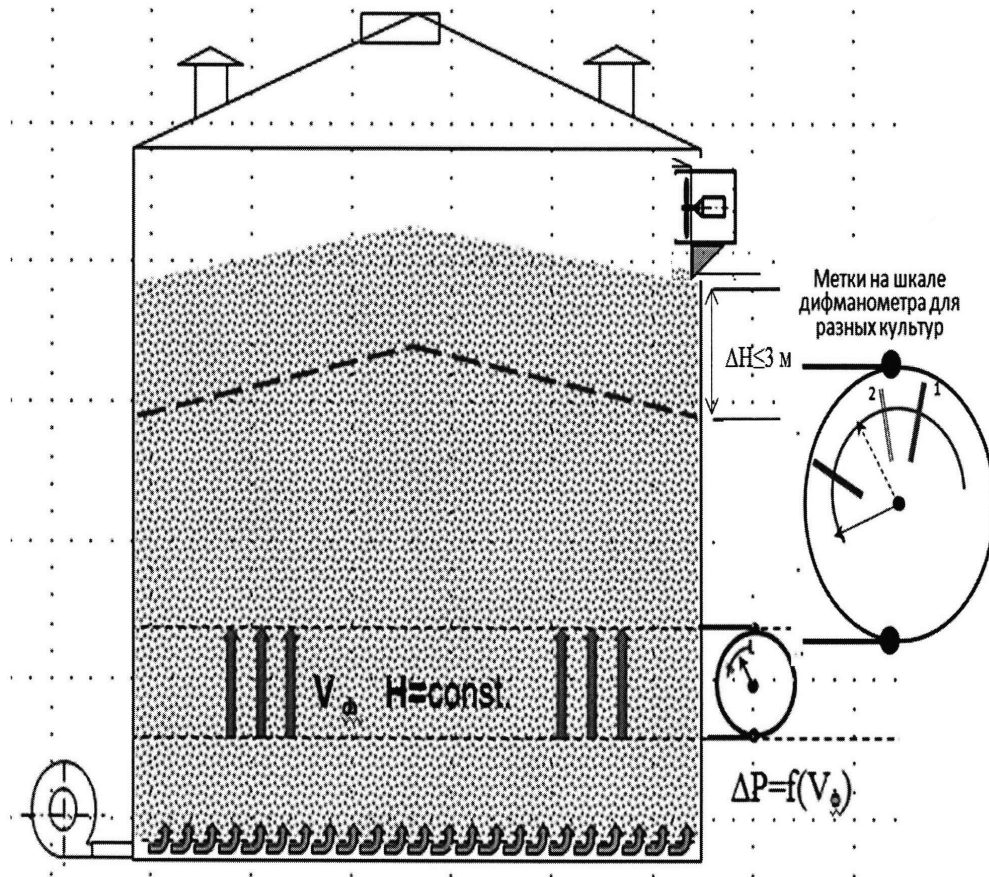
Способ определения скорости фильтрации воздуха в металлическом силосе, отличающийся тем, что измерение и перепад давления воздуха внутри силоса
25 осуществляется дифманометром при слое фиксированной толщины от 2,5 до 3,5 м, высоте зерновой насыпи от 5 до 20 м, размере ячеек вентилиционной решетки от 0,06 до 0,4 м, сечении воздухоотводных каналов от $0,03$ до $0,2 \text{ м}^2$ в процессе вентилирования, при подаче воздуха от $9,0$ до $11,0 \text{ м}^3/\text{чхт}$.

30

35

40

45



Фигура 1