



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
G01N 15/0205 (2020.02); G01N 21/64 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019140406, 09.12.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
09.12.2019

Дата регистрации:  
28.08.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 09.12.2019

(45) Опубликовано: 28.08.2020 Бюл. № 25

Адрес для переписки:

111250, Москва, ул. Красноказарменная, 14,  
ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ", НИЧ, Центр  
патентования, защиты и оценки  
интеллектуальной собственности, Лобзовой  
Т.А.

(72) Автор(ы):

Беляков Михаил Владимирович (RU),  
Жбанова Вера Леонидовна (RU),  
Куликова Марина Геннадьевна (RU),  
Новикова Марина Александровна (RU),  
Самарин Михаил Дмитриевич (RU),  
Маслова Ксения Сергеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Национальный  
исследовательский университет "МЭИ"  
(ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: Самарин М.Д. "Оптические  
спектральные характеристики цельного и  
измельченного гороха", COLLOQUIUM-  
JOURNAL, № 12-6(23), 2018 г., стр. 43-46. JP  
5274288 B2, 28.08.2013. US 2012274760 A1,  
01.11.2012. EA 6285 B1, 27.10.2005.

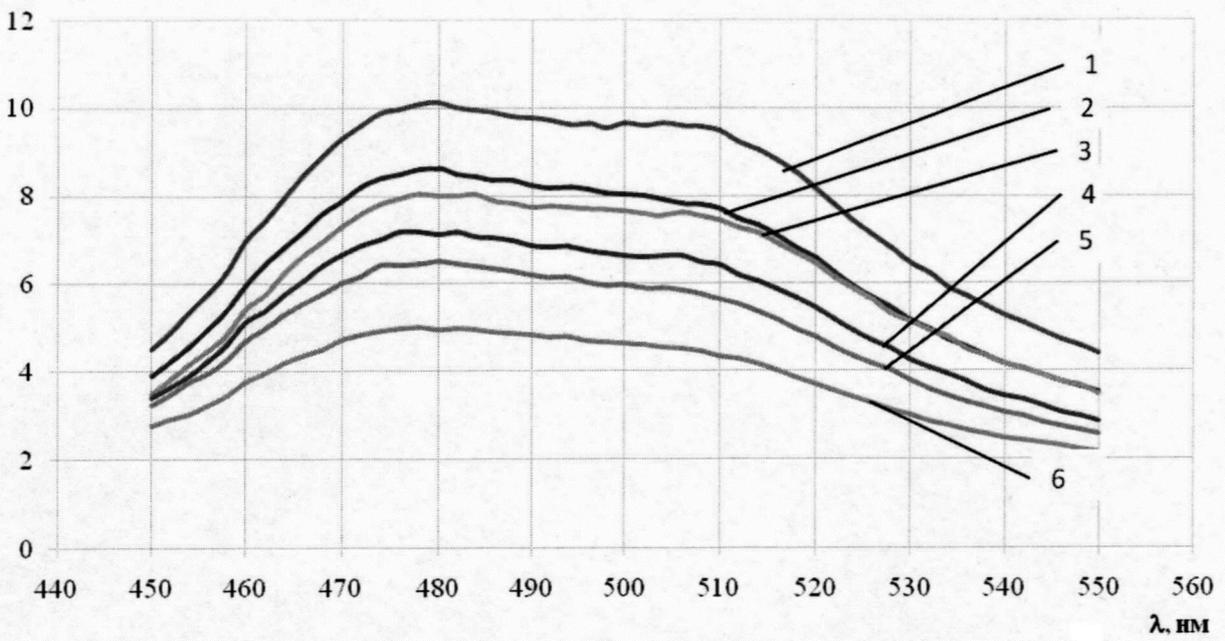
(54) Способ определения размеров частиц размолотого продукта

(57) Реферат:

Изобретение относится к области измерительной техники и касается способа определения размеров частиц размолотого продукта. Способ заключается в том, что формируют горизонтальную поверхность образца, облучают поверхность образца светодиодным излучением, принимают оптический сигнал приемником излучения, усиливают сигнал и обрабатывают его для получения значения размеров частиц. Облучение поверхности образца осуществляют светодиодным излучением в диапазоне 424±20 нм

с возбуждением фотолюминесценции в течение 18-22 мкс. Оптический сигнал принимают посредством регистрации потока фотолюминесцентного излучения приемником излучения с диапазоном чувствительности 450...550 нм через 0,5-1 мкс после облучения. Обработку сигнала проводят с использованием линейного градуировочного уравнения соответствующего размолотого продукта. Технический результат заключается в повышении быстродействия и точности измерений. 1 ил.

$\Phi_{л.о.е.}$



Спектральные характеристики люминесценции размолов гороха различных фракционных размеров: 1 – 0,408 мм; 2 – 1,0 мм; 3 – 2,25 мм; 4 – 3,5 мм; 5 – 4,5 мм; 6 – 5,5 мм

RU 2731038 C1

RU 2731038 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*G01N 15/0205* (2020.02); *G01N 21/64* (2020.02)(21)(22) Application: **2019140406, 09.12.2019**(24) Effective date for property rights:  
**09.12.2019**Registration date:  
**28.08.2020**

Priority:

(22) Date of filing: **09.12.2019**(45) Date of publication: **28.08.2020 Bull. № 25**

Mail address:

111250, Moskva, ul. Krasnokazarmennaya, 14,  
FGBOU VO "NIU "MEI", NICH, Tsentr  
patentovaniya, zashchity i otsenki intellektualnoj  
sobstvennosti, Lobzovoj T.A.

(72) Inventor(s):

**Belyakov Mikhail Vladimirovich (RU),  
Zhbanova Vera Leonidovna (RU),  
Kulikova Marina Gennadevna (RU),  
Novikova Marina Aleksandrovna (RU),  
Samarin Mikhail Dmitrievich (RU),  
Maslova Kseniya Sergeevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Natsionalnyj issledovatel'skij  
universitet "MEI" (FGBOU VO "NIU "MEI")  
(RU)**

**(54) METHOD OF DETERMINING DIMENSIONS OF PARTICLES OF GROUND PRODUCT**

(57) Abstract:

FIELD: measuring equipment.

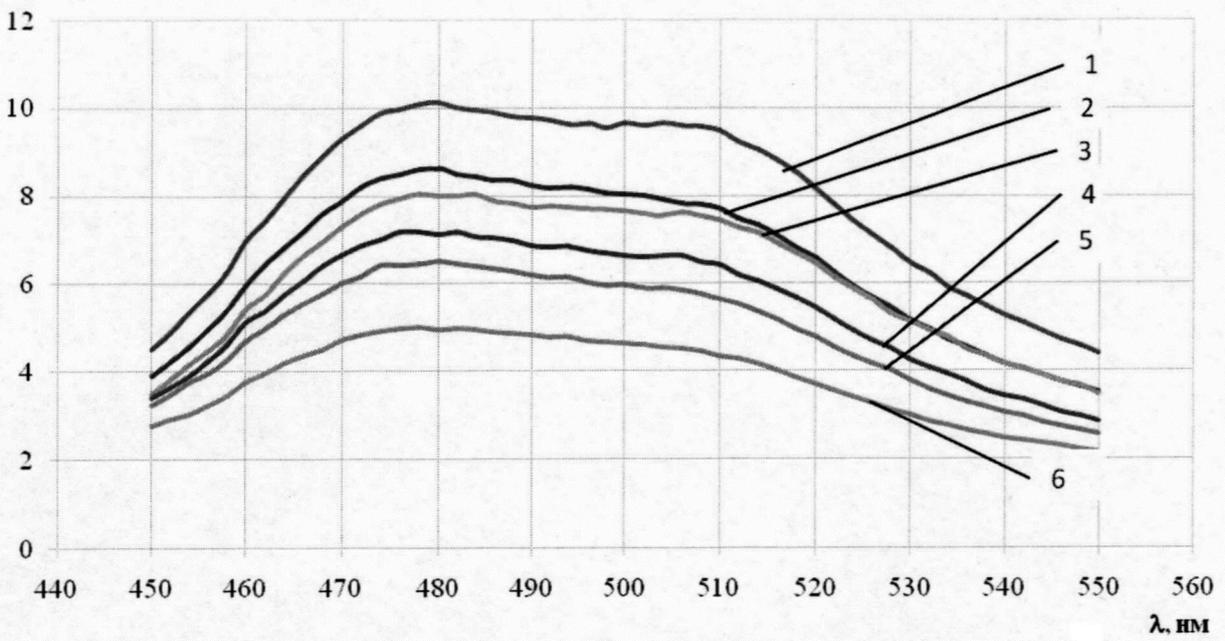
SUBSTANCE: invention relates to measurement equipment and method of determining size of particles of ground product. Method consists in forming a horizontal surface of a sample, irradiating the surface of the sample with light-emitting diode radiation, receiving the optical signal with a radiation detector, amplifying the signal and processing it to obtain particle size. Surface of the sample is exposed to light-emitting diode radiation in range of 424±20 nm with

photoluminescence excitation during 18–22 mcs. Optical signal is received by detecting the flux of photoluminescent radiation by a radiation detector with a sensitivity range of 450–550 nm through 0.5–1 mcs after irradiation. Signal processing is carried out using a linear calibration equation of the corresponding ground product.

EFFECT: technical result consists in improvement of speed and accuracy of measurements.

1 cl, 1 dwg

$\Phi_{л.о.е.}$



Спектральные характеристики люминесценции размолов гороха различных фракционных размеров: 1 – 0,408 мм; 2 – 1,0 мм; 3 – 2,25 мм; 4 – 3,5 мм; 5 – 4,5 мм; 6 – 5,5 мм

RU 2731038 C1

RU 2731038 C1

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для экспрессного бесконтактного и неразрушающего определения степени измельчения продуктов, например, переработки зерна.

Известен способ определения размеров объектов [Патент РФ №2348900, МПК G01B 11/02, опубл. 10.03.2009, бюл. №7], в котором источники модулированного излучения попеременно освещают кромки измеряемого объекта, при этом на фоточувствительную поверхность мультискана попеременно проецируются две световые зоны, потенциал общей точки источников смещения определяет линейное положение нулевой эквипотенциали на фоточувствительной поверхности, При появлении на фоточувствительной поверхности мультискана световой зоны в выходную шину формируется пульсирующий с частотой модуляции выходной ток, полярность которого определяется положением центра световой зоны относительно положения эквипотенциали, а амплитуда - разностью фототоков ячеек, расположенных по обе ее стороны. Изменение положения световой зоны вызывает изменение напряжения на выходе интегратора до значения, соответствующего изменившейся координате центра световой зоны. Вычислительно-управляющее устройство производит вычисление размера объекта.

Недостатками данного способа является его низкое быстродействие, вызванное наличием в устройстве двух источников излучения, а также интегратора, модулятора, источника смещения.

Наиболее близким к предложенному способу определения размеров частиц размолотого продукта является изобретение «Система и способ охарактеризовывания размолотого материала в размольной установке» [Патент РФ №2510502, МПК G01N 15/02, опубл. 27.03.2014, бюл. №9], включающий в себя охарактеризовывание частиц зерна по размеру. В системе и способе охарактеризовывания размолотого материала в размольной установке используются участок облучения для пропуска части потока размолотого материала, содержащий средство облучения частиц в части потока электромагнитным излучением, и участок регистрации для пропуска, содержащий средство регистрации электромагнитного излучения, излучаемого частицами части потока размолотого материала, пропущенной через участок облучения. Для охарактеризовывания частиц потока размолотого материала используют «цветовую информацию» за счет их отображения посредством излученного ими электромагнитного излучения на датчике цветного изображения, который затем спектрально-избирательно регистрирует излучение на своих элементах изображения.

Недостатком данного технического решения является его низкие точность и быстродействие, вызванные необходимостью применения в средстве регистрации отображающей системы и датчика цветного изображения, а также сложностью анализировать комбинацию проходящего и падающего света.

Технической задачей изобретения является повышение его точности и быстродействия. Технический результат изобретения заключается в уменьшении времени определения размеров частиц размолотого продукта при повышении точности измерения, связанными с упрощением способа определения размеров размолотых частиц.

Это достигается тем, что в известном способе определения размеров частиц размолотого продукта, заключающемся в том, что формируют горизонтальную поверхность образца, облучают поверхность образца светодиодным излучением, принимают оптический сигнал приемником излучения, усиливают сигнал с последующей его обработкой, получают значения размеров частиц, при этом осуществляют облучение поверхности образца светодиодным излучением в диапазоне  $424 \pm 20$  нм с возбуждением

их фотолюминесценции в течение 18-22 мкс, принимают оптический сигнал регистрацией потока фотолюминесцентного излучения приемником излучения с диапазоном чувствительности 450...550 нм через 0,5-1 мкс после облучения, обработку сигнала проводят с использованием линейного градуировочного уравнения соответствующего размоленного продукта.

Сущность изобретения поясняется чертежом, где представлены спектральные характеристики люминесценции размолотов гороха различных фракционных размеров.

Способ определения размеров частиц размоленного продукта осуществляется следующим образом.

Находящиеся на плоской горизонтальной поверхности образцы размолотых продуктов закрывают от внешнего оптического излучения путем накрытия светонепроницаемой камерой. Далее облучают их излучением светодиодов спектрального диапазона  $424 \pm 20$  нм, возбуждая фотолюминесценцию, в течение 18-22 мкс. Поток фотолюминесцентного излучения исследуемых объектов регистрируется через 0,5-1 мкс после окончания облучения приемником излучения, в качестве которого использован фотодиод. Полученный электрический сигнал усиливается усилителем и обрабатывается микроконтроллером, в программу которого введены градуировочные уравнения различных размолотых продуктов, при этом на основе градуировочного уравнения для соответствующего продукта микроконтроллером рассчитывается значение размера фракции размолотых продуктов, которое выводится на устройство визуализации.

Градуировочные уравнения представляют собой линейные зависимости размера фракции от потока фотолюминесцентного излучения для конкретных видов сыпучих продуктов.

Для примера градуировочное уравнение (1) для гороха

$$d = -0,013\Phi + 10,93, \quad (1)$$

где  $d$  - размер фракции, мм

$\Phi$  - поток люминесценции, мВт.

Градуировочное уравнение (2) для чечевицы

$$d = -0,017\Phi + 7,63. \quad (2)$$

Градуировочные уравнения получены при интегрировании спектральных характеристик люминесценции размолотов частиц продуктов переработки зерна различных фракционных размеров (см. чертеж).

Использование немодулированного излучения светодиодов приводит к повышению быстродействия способа за счет исключения операций модуляции и демодуляции оптического сигнала. Использование фотолюминесцентного света позволяет повысить точность измерений за счет большей чувствительности. На излучение с длиной волны максимума  $424 \pm 20$  нм приходится максимум чувствительности размолотых продуктов к возбуждению фотолюминесценции. Экспериментально доказано, что оптимальное время облучения составляет 18-22 мкс, именно этому временному диапазону соответствует максимальный сигнал люминесценции. Для разделения возбуждающего и люминесцентного излучений регистрация начинается через 0,5-1 мкс после окончания возбуждения, т.к. через это время сигнал возбуждения спадает. Само фотолюминесцентное излучение продуктов расположено в спектральном диапазоне 450...550 нм (см. чертеж).

Использование изобретения позволяет сократить время определения размеров частиц размоленного продукта при этом повысить точность измерения.

## (57) Формула изобретения

Способ определения размеров частиц размолотого продукта, заключающийся в том, что формируют горизонтальную поверхность образца, облучают поверхность образца светодиодным излучением, принимают оптический сигнал приемником излучения, усиливают сигнал с последующей его обработкой, получают значения размеров частиц, отличающийся тем, что осуществляют облучение поверхности образца светодиодным излучением в диапазоне  $424 \pm 20$  нм с возбуждением их фотолюминесценции в течение 18-22 мкс, принимают оптический сигнал регистрацией потока фотолюминесцентного излучения приемником излучения с диапазоном чувствительности 450...550 нм через 0,5-1 мкс после облучения, обработку сигнала проводят с использованием линейного градуировочного уравнения соответствующего размолотого продукта.

15

20

25

30

35

40

45

