

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2799953

### СТЕНД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ВИТАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Большунов Алексей Викторович (RU), Васильев Дмитрий Александрович (RU), Игнатьев Сергей Анатольевич (RU), Ожигин Анатолий Юрьевич (RU)*

Заявка № 2023109183

Приоритет изобретения 12 апреля 2023 г.

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации 14 июля 2023 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 12 апреля 2043 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*B65G 53/04 (2023.05); G01P 5/16 (2023.05)*

(21)(22) Заявка: 2023109183, 12.04.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
12.04.2023

Дата регистрации:  
14.07.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.04.2023

(45) Опубликовано: 14.07.2023 Бюл. № 20

Адрес для переписки:  
190106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный  
университет", Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Большунов Алексей Викторович (RU),  
Васильев Дмитрий Александрович (RU),  
Игнатьев Сергей Анатольевич (RU),  
Ожигин Анатолий Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2792401 C1, 21.03.2023. SU  
1291510 A1, 23.02.1987. RU 2495812 C2,  
20.10.2013. SU 765146 A1, 23.09.1980.

## (54) СТЕНД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ВИТАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

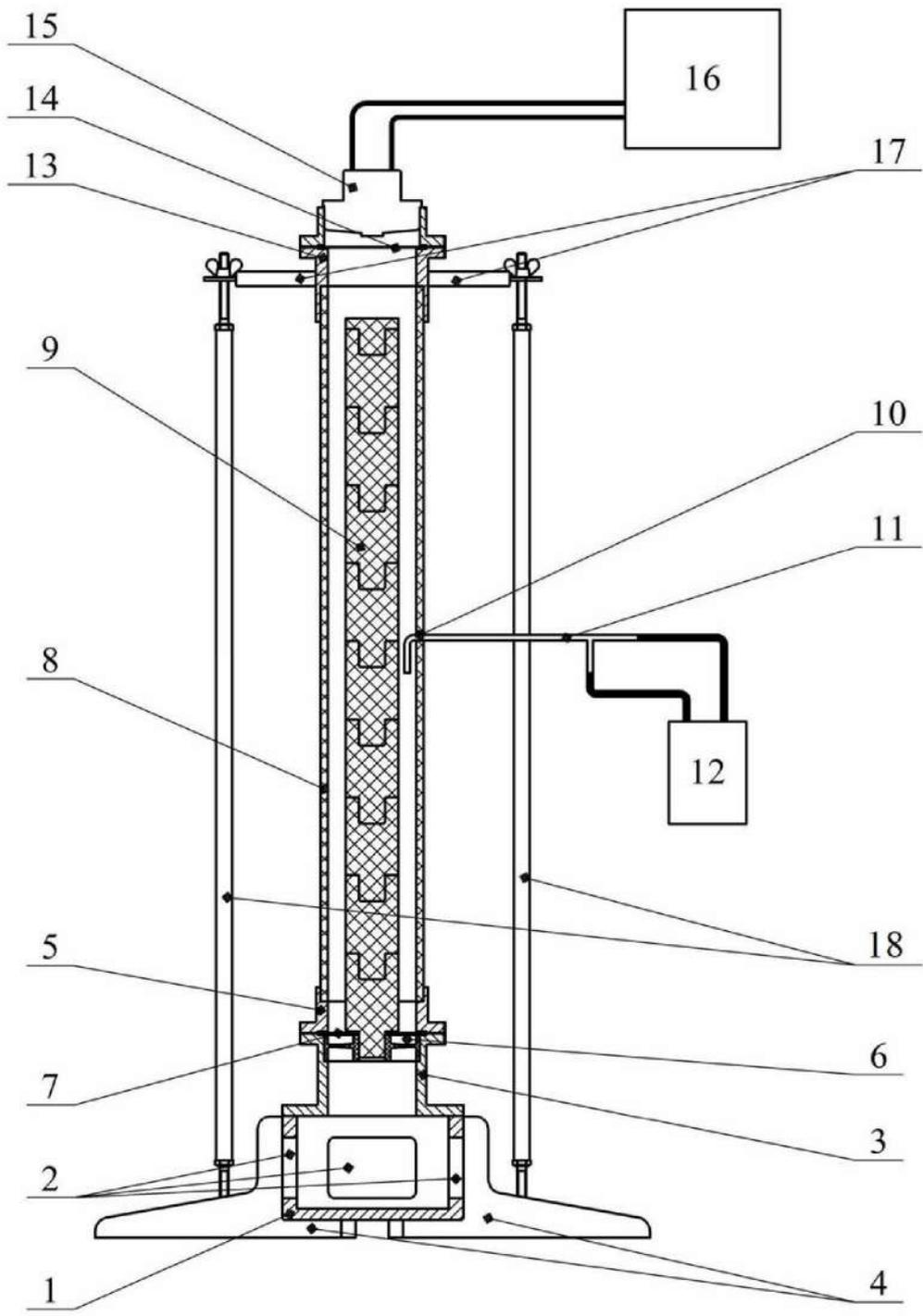
(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам для измерения скорости витания частиц сыпучих материалов в кольцевом канале. Стенд для определения скорости витания сыпучих материалов включает входной коллектор, трубу витания, фильтр и автотрансформатор. Входной коллектор выполнен в виде стакана с окнами прямоугольной формы на боковых поверхностях, наверху которого жестко закреплен фланец входного коллектора, на котором жестко закреплен нижний фланец. Труба витания выполнена с постоянным поперечным сечением полностью из прозрачного материала, на ее

концах установлены верхний и нижний фланцы, а в центре выполнено отверстие, в которое установлена трубка Пито-Прандтля, которая соединена с электронным дифференциальным микроманометром. Внутри трубы витания установлен разъемный набор сегментов, каждый сегмент выполнен из пластмассы в форме цилиндра, на одном из торцов которого выполнен глухой паз круглого сечения, а на другом - выступ, геометрические параметры которого полностью повторяют размеры паза. Достигается увеличение точности и эффективности измерения скорости витания сыпучих материалов. 2 ил.

RU 2 799 953 C1

RU 2 799 953 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*B65G 53/04* (2006.01)  
*G01P 5/16* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*B65G 53/04 (2023.05); G01P 5/16 (2023.05)*

(21)(22) Application: **2023109183, 12.04.2023**

(24) Effective date for property rights:  
**12.04.2023**

Registration date:  
**14.07.2023**

Priority:

(22) Date of filing: **12.04.2023**

(45) Date of publication: **14.07.2023** Bull. № 20

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU  
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet",  
Patentno-litsenziionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Bolshunov Aleksei Viktorovich (RU),  
Vasilev Dmitrii Aleksandrovich (RU),  
Ignatev Sergei Anatolevich (RU),  
Ozhigin Anatolii Iurevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi  
universitet» (RU)**

(54) **STAND FOR DETERMINING THE TERMINAL VELOCITY OF BULK MATERIALS**

(57) Abstract:

FIELD: measurements.

SUBSTANCE: invention relates to devices for measuring the speed of particles of bulk materials in the annular channel. The stand for determining the terminal velocity of bulk materials includes an inlet manifold, a terminal pipe, a filter and an autotransformer. The inlet manifold is made in the form of a glass with rectangular windows on the side surfaces, at the top of which the inlet manifold flange is rigidly fixed, on which the lower flange is rigidly fixed. The terminal pipe is made with a constant cross section entirely of a transparent material, upper and lower flanges are installed at its ends, and a hole is made

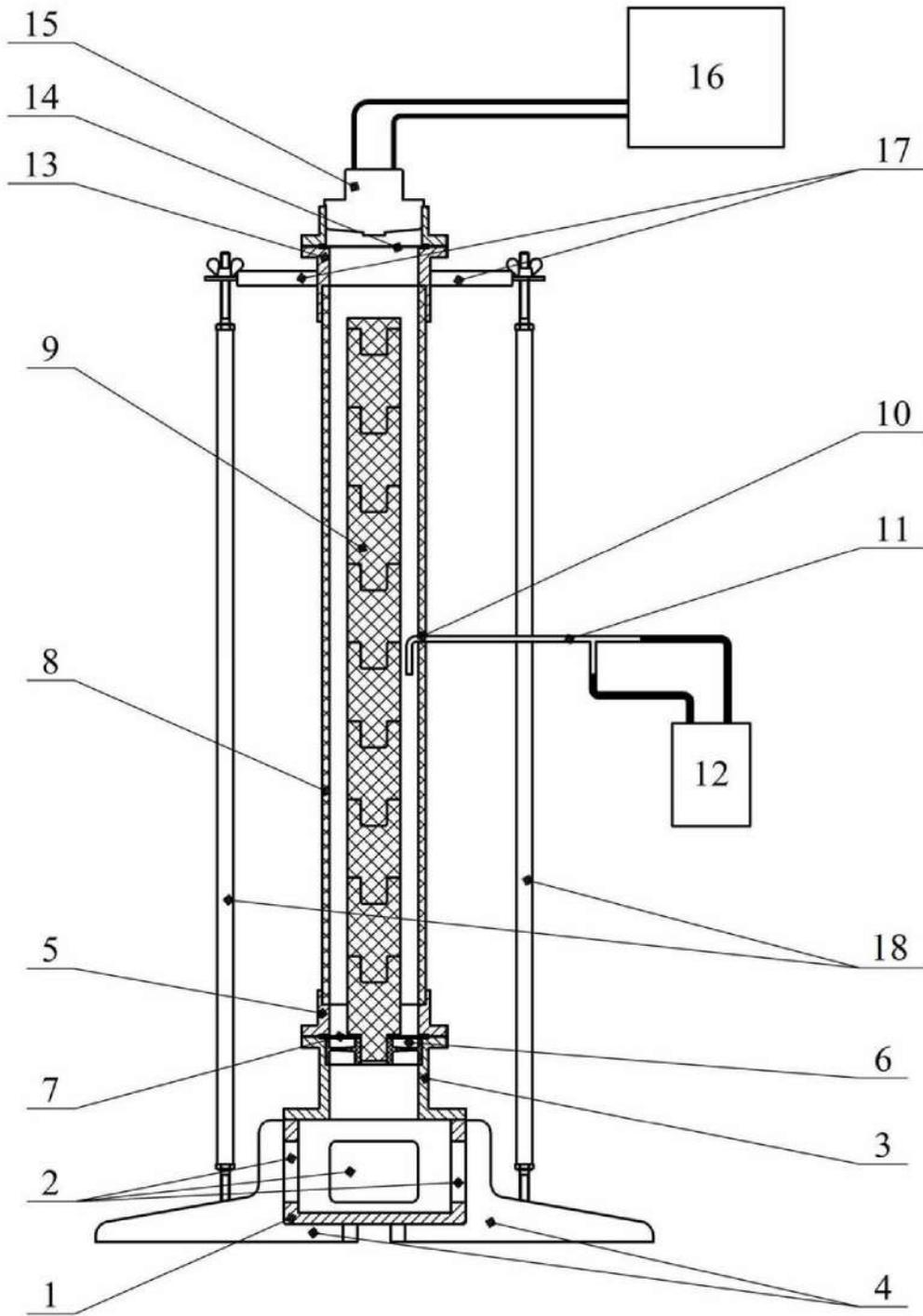
in the centre into which a Pitot-Prandtl tube is installed, which is connected to an electronic differential micromanometer. A detachable set of segments is installed inside the circling tube, each segment is made of plastic in the form of a cylinder, on one of the ends of which there is a blind groove of circular cross section, and on the other one there is a protrusion, the geometric parameters of which completely follow the dimensions of the groove.

EFFECT: increased accuracy and efficiency of measuring the terminal velocity of bulk materials.

1 cl, 2 dwg

**RU 2 799 953 C1**

**RU 2 799 953 C1**



Фиг. 1

Изобретение относится к области исследования свойств частиц, в частности к устройствам для измерения скорости витания частиц сыпучих материалов в кольцевом канале. Устройство может быть также использовано для измерения скорости витания ледяного шлама.

5 Известна установка для определения скорости витания частиц материала (Воскресенский В.Е. Системы пневмотранспорта, пылеулавливания и вентиляции на деревообрабатывающих предприятиях. Теория и практика: в 2 т. – Т. 1: аспирация и транспортные пневмосистемы: Учебное пособие / В.Е. Воскресенский – СПб.: Политехника, 2008. – 430 с.) включающая радиальный вентилятор, пирамидальный  
10 диффузор, нагнетательный вертикальный воздухопровод, поворотную заслонку, прозрачную часть вертикального воздуховода, нижнюю и верхнюю сетку, загрузочный люк, трубки типа Прандтля, микроанометр.

Недостатком конструкции данной установки является наличие поворотной заслонки в нагнетательном вертикальном воздуховоде, создающей дополнительное местное  
15 сопротивление движению воздуха, приводящее к искажению результатов исследования.

Известна экспериментальная установка для определения скоростей витания (С.И. Часс Определение скорости витания мелкозернистых материалов методом взвешенного состояния // Известия Уральского государственного горного университета // 1997. №6. С. 157-164.) включающая в себя стеклянную трубу визуального наблюдения, циклон,  
20 приемную емкость, расходомер Вентури, вставку для трубки Пито, U-образный манометр, регулятор напряжения, пылесос.

Недостатком является конструкция трубы визуального наблюдения, отделенная от вставки для трубки Пито циклоном, приемной емкостью и расходомером Вентури, что снижает точность измерения скорости витания исследуемых частиц.

25 Известна экспериментальная установка для определения скоростей витания хозяйственных отходов (Z. Song. X. Xu. Design and experimental study on the test bench for suspension velocity of municipal waste // 2020 5th International Conference on Mechanical, Control and Computer Engineering (ICMCCE) // 2020. P. 858-861) включающая верхнюю выпрямительную трубу, участок измерения скорости, смотровую коническую трубу,  
30 фланец, нижнюю выпрямительную трубу, загрузочное окно, блокирующую сетку, выпрямительную решетку, шланг, переходник с круглого воздуховода на квадратный, вентилятор.

Недостатком является жесткое размещение анемометра по центру участка трубы измерения скорости воздушного потока, что не позволяет измерять скорость воздуха  
35 у стенок воздуховода, кроме того, конструкция воздуховода, состоящая из нескольких участков, а именно, верхней выпрямительной трубы, участка измерения скорости, смотровой конической трубы, нижней выпрямительной трубы, создает дополнительные местные сопротивления, что негативно сказывается на качестве измерений.

Известна экспериментальная установка для исследования витания твердых частиц (Логачев, И.Н. Аэродинамические основы аспирации: Монография / И.Н. Логачев, К.И. Логачев. – СПб.: Химиздат, 2005. – 659 с.) включающая коническую трубу,  
40 измерительный коллектор, воздухопроводы, камеру, шибер, термометр, микроанометр, штуцеры, кронштейны, отвес, решетка.

Недостатком является то, что схема подключения микроанометра к измерительному  
45 коллектору не предусматривает измерение динамического давления воздушного потока по поперечному сечению измерительного коллектора, что негативно влияет на точность определения скорости витания исследуемых частиц.

Известна установка для определения скорости витания (А.Ю. Мартыанова, И.И.

Суханова. Определение скорости витания монодисперсных строительных материалов по данным экспериментальных исследований // Вестник гражданских инженеров // 2015. №5(52). С. 186-190.) принятая за прототип, включающая входной коллектор, прозрачную трубу витания, фильтр, каналный вентилятор, лабораторный автотрансформатор

5 Недостатком является неполная прозрачность боковых стенок и непостоянство внутреннего диаметра прозрачной трубы витания, в совокупности с измерением только статического давления воздушного потока, в значительной степени влияет на точность проводимых измерений скорости витания исследуемых частиц.

Известен стенд для определения скорости витания сыпучих материалов (патент РФ № 2792401, опубл. 21.03.2023 г.), включающий входной коллектор, трубу витания, 10 фильтр, автотрансформатор. Входной коллектор выполнен в виде стакана с окнами прямоугольной формы на боковых поверхностях, а наверху жестко закреплен фланец входного коллектора, на котором жестко закреплен нижний фланец между ними, с возможностью съема, установлено сетчатое основание, выполненное в виде 15 металлической сетки с размером ячеек меньше минимального размера частиц исследуемого сыпучего материала, труба витания выполнена с постоянным поперечным сечением полностью из прозрачного материала, на ее концах установлены верхний и нижний фланцы, а в центре выполнено отверстие, в которое установлена трубка Пито-Прандтля, которая соединена с электронным дифференциальным микроманометром, 20 в верхнем фланце последовательно закреплены с возможностью съема фильтр, выполненный в виде металлической сетки с размером ячеек меньше минимального размера частиц исследуемого сыпучего материала, и мотор-турбина, которая соединена через кабель с автотрансформатором, на боковой поверхности верхнего фланца жестко закреплены кронштейны, они соединены с возможностью съема с опорными лапами 25 коллектора через шпильки.

Недостатком является то, что воздушный канал внутри прозрачной трубы витания неизменен по площади и форме поперечного сечения, таким образом не обеспечивая возможности проведения исследований свойств частиц в кольцевом канале.

Техническим результатом является увеличение точности и эффективности измерения скорости витания сыпучих материалов. 30

Технический результат достигается тем, что внутри трубы витания установлен разъемный набор сегментов, каждый сегмент выполнен из пластмассы в форме цилиндра, на одном из торцов которого выполнен глухой паз круглого сечения, а на другом - выступ, геометрические параметры которого полностью повторяют размеры паза, при 35 этом нижний сегмент опирается на завихритель.

Стенд для определения скорости витания сыпучих материалов в кольцевом канале поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 – общий вид стенда;

фиг. 2 – сегмент в сечении, где:

40 1 – входной коллектор;

2 – прямоугольные отверстия;

3 – фланец входного коллектора;

4 – опорные лапы;

5 – нижний фланец;

45 6 – завихритель;

7 – сетчатое основание.

8 – труба витания;

9 – сегмент;

- 10 – отверстие;
- 11 – трубка Пито-Прандтля
- 12 – электронный дифференциальный микроанометр;
- 13 – верхний фланец;
- 14 – фильтр;
- 15 – мотор-турбина;
- 16 – автотрансформатор;
- 17 – кронштейны;
- 18 – шпильки;
- 19 – цилиндрическая боковая поверхность;
- 20 – цилиндрический паз;
- 21 – цилиндрический выступ.

Стенд для определения скорости витания сыпучих материалов включает входной коллектор 1 (фиг. 1), выполненный в виде стакана, на боковой поверхности которого выполнены окна 2 в форме прямоугольника, расположенных друг относительно друга симметрично под углом  $120^0$ . На верхней поверхности входного коллектора 1, неподвижно закреплен фланец входного коллектора 3. На боковой и нижней поверхности входного коллектора 1 жестко установлены опорные лапы 4,

расположенные друг относительно друга симметрично под углом  $120^0$ . Нижний фланец 5 жестко закреплен на фланце входного коллектора 3, между ними, с возможностью съема, установлен завихритель 6 с лопатками, и сетчатое основание 7, выполненное в виде металлической сетки с размером ячеек меньше минимального размера частиц исследуемого сыпучего материала. Труба витания 8 выполнена с постоянным поперечным сечением полностью из прозрачного материала, например из органического стекла. Нижний конец трубы витания 8 установлен в нижний фланец 5. Внутри трубы витания 8 установлен разъемный набор сегментов 9. Сегмент 9 (фиг. 2) каждый сегмент выполнен из пластмассы, с цилиндрической боковой поверхностью 19, на одном из торцов которого выполнен глухой цилиндрический паз 20, а на другом цилиндрический выступ 21, геометрические параметры которого полностью повторяют размеры паза 20. Нижний сегмент опирается на завихритель 6. В кольцевом канале, образованном трубой витания 8 и разъемным набором сегментов 9, выполнено отверстие 10 под трубку Пито-Прандтля 11, которая соединена с электронным дифференциальным микроанометром 12. На верхний конец трубы витания 8 установлен верхний фланец 13, в котором последовательно закреплены, с возможностью съема, фильтр 14, выполненный в виде металлической сетки с размером ячеек меньше минимального размера частиц исследуемого сыпучего материала и мотор-турбина 15. Мотор-турбина 15 соединена через кабель с автотрансформатором 16. На боковой поверхности верхнего фланца 13 жестко закреплены кронштейны 17 расположенные друг относительно друга симметрично под углом  $120^0$ . Кронштейны 17 соединены с возможностью съема с опорными лапами коллектора 4 через шпильки 18.

Стенд для определения скорости витания сыпучих материалов работает следующим образом. На сетчатое основание 7 помещаются частицы, скорость витания которых необходимо определить. При подаче электрического тока на мотор-турбину 15 она начинает вращение, создавая разряжение воздуха внутри трубы витания 8. Воздух, поступает из отверстий прямоугольной формы 2 во входной коллектор 1, закручивается завихрителем 6, и двигается вверх по кольцевому каналу, образованному трубой витания 8 и разъемным набором сегментов 9, увлекая за собой частицы с сетчатого основания

7. Фильтр 14, препятствует попаданию частиц в мотор-турбину 15. С помощью автотрансформатора 16 регулируется напряжение тока, подаваемое на мотор-турбину 15, тем самым изменяется частота её вращения, что в свою очередь, приводит к изменению скорости воздушного потока в трубе витания 8. Далее подбирается такая скорость воздушного потока, при которой все частицы поднимаются над сетчатым основанием 7 и не падают на него, тем самым достигается витание частиц в восходящем потоке воздуха.

С помощью трубки Пито-Прандтля 11 соединенной с электронным дифференциальным микроманометром 12, на основании разницы полного и статического давления воздуха измеряется скорость воздушного потока. Трубка Пито-Прандтля 11 свободно перемещается вдоль плоскости поперечного сечения трубы витания 8, что позволяет измерять скорость воздуха в различных точках воздушного потока.

После измерения скорости витания, с помощью лабораторного автотрансформатора 16 прекращается подача электрического тока на мотор-турбину 15 вследствие чего исследуемые частицы опускаются на сетчатое основание 7. Далее возможно повторить эксперимент с теми же частицами или извлечь их, например, с помощью продувки компрессором, сняв со стенда трубу витания 8 в сборе с верхним фланцем 13, фильтром 14 и мотор-турбиной 15, а также разъемным набором сегментов 9.

Применением в конструкции стенда полностью прозрачной трубы витания одинакового поперечного сечения по всей длине, а также разъемного набора сегментов, образующего кольцевой канал, и измерением скорости витания с помощью трубки Пито-Прандтля, свободно перемещающейся вдоль плоскости поперечного сечения трубы витания, что позволяет измерять скорость воздуха в различных точках воздушного потока.

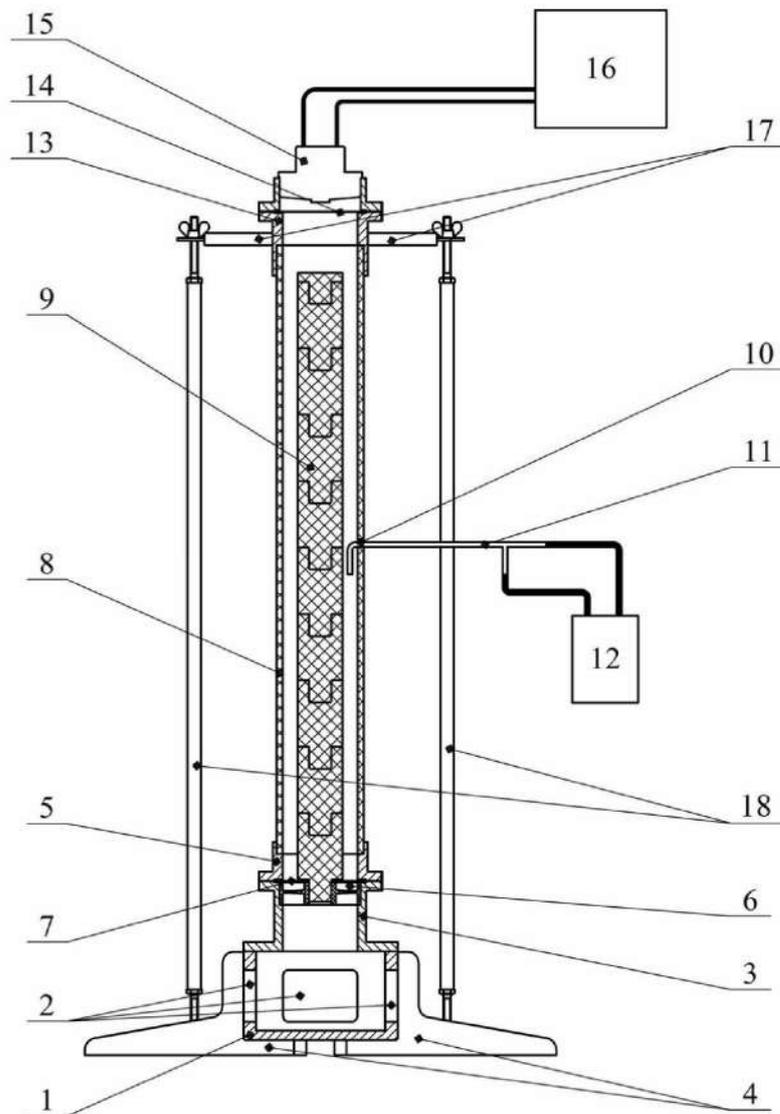
25

#### (57) Формула изобретения

Стенд для определения скорости витания сыпучих материалов, включающий входной коллектор, трубу витания, фильтр и автотрансформатор, входной коллектор выполнен в виде стакана с окнами прямоугольной формы на боковых поверхностях, наверху которого жестко закреплен фланец входного коллектора, на котором жестко закреплен нижний фланец, между ними с возможностью съема установлено сетчатое основание, выполненное в виде металлической сетки с размером ячеек меньше минимального размера частиц исследуемого сыпучего материала, труба витания выполнена с постоянным поперечным сечением полностью из прозрачного материала, на ее концах установлены верхний и нижний фланцы, а в центре выполнено отверстие, в которое установлена трубка Пито-Прандтля, которая соединена с электронным дифференциальным микроманометром, в верхнем фланце последовательно закреплены с возможностью съема фильтр, выполненный в виде металлической сетки с размером ячеек меньше минимального размера частиц исследуемого сыпучего материала, и мотор-турбина, которая соединена через кабель с автотрансформатором, на боковой поверхности верхнего фланца жестко закреплены кронштейны, они соединены с возможностью съема с опорными лапами коллектора через шпильки, отличающийся тем, что внутри трубы витания установлен разъемный набор сегментов, каждый сегмент выполнен из пластмассы в форме цилиндра, на одном из торцов которого выполнен глухой паз круглого сечения, а на другом - выступ, геометрические параметры которого полностью повторяют размеры паза, при этом нижний сегмент опирается на завихритель.

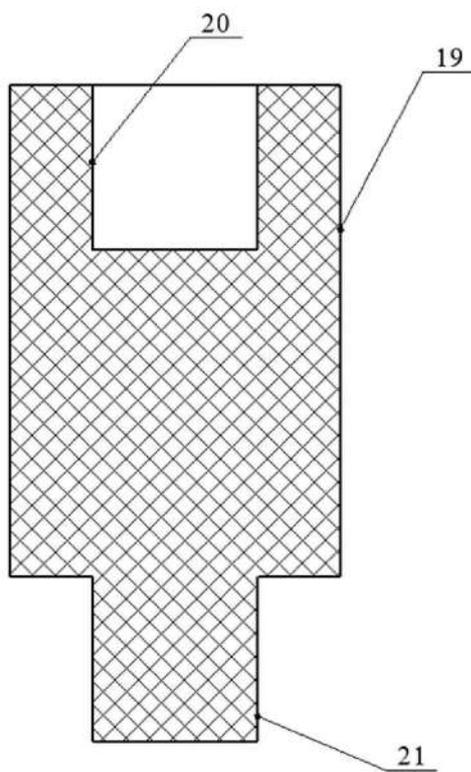
45

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2