

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2748144

АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ ТРУБА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЫЛЯЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

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

Авторы: *Иванов Андрей Владимирович (RU), Смирнов Юрий Дмитриевич (RU), Чупин Станислав Александрович (RU)*

Заявка № 2020134997

Приоритет изобретения 26 октября 2020 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 19 мая 2021 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 26 октября 2040 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B01D 45/00 (2021.02)

(21)(22) Заявка: 2020134997, 26.10.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.10.2020

Дата регистрации:
19.05.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.10.2020

(45) Опубликовано: 19.05.2021 Бюл. № 14

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
СПГУ, Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Иванов Андрей Владимирович (RU),
Смирнов Юрий Дмитриевич (RU),
Чупин Станислав Александрович (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 2349888 C2, 20.03.2009. RU 61859
U1, 10.03.2007. RU 2394726 C2, 20.07.2010. RU
42106 U1, 20.11.2004.

(54) АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ ТРУБА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЫЛЯЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам исследования пылящих поверхностей и может быть использовано для моделирования аэродинамического воздействия на материалы, способные к пылению, а также в целях проведения испытания различных средств и способов пылеподавления в условиях, моделирующих реальные. Аэродинамическая труба для исследования пылящих поверхностей, включающая вытяжной вентилятор, патрубков подачи воздуха, столик для испытуемых образцов, средство измерения концентрации пыли, дополнительно снабжена патрубком вытяжки воздуха, при этом оба патрубка выполнены в форме трубы круглого сечения на одной оси, которые опираются на колесные опоры со стопором, и подвижно соединены между собой рамой через подвижные направляющие, на них установлены крепления для герметичной фиксации друг с другом, на патрубке подачи

воздуха с возможностью съема закреплены съемный приточный вентилятор и метеометр, а внутри него установлены детурбулизирующие решетки и съемные регулируемые дефлекторы, при этом в патрубке выполнено отверстие, в которое установлено заборное устройство фоновой пыли, которое подключено к пылемеру, на патрубке вытяжки воздуха с возможностью съема закреплен вытяжной вентилятор и пылемер, в патрубке выполнено отверстие, в которое установлено заборное устройство измеряемой пыли, которое подключено к пылемеру, посередине между патрубками жестко закреплен на регулируемых опорах столик для испытуемых образцов, под ним жестко закреплены к раме весы с возможностью блокировки зажимами. Техническим результатом является повышение эффективности определения параметров выноса пылевидных частиц, 2 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
B01D 45/00 (2021.02)

(21)(22) Application: **2020134997, 26.10.2020**

(24) Effective date for property rights:
26.10.2020

Registration date:
19.05.2021

Priority:

(22) Date of filing: **26.10.2020**

(45) Date of publication: **19.05.2021 Bull. № 14**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, SPGU,
Patentno-litsenziyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Ivanov Andrei Vladimirovich (RU),
Smirnov Iurii Dmitrievich (RU),
Chupin Stanislav Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **WIND TUNNEL FOR EXPLORING DUSTY SURFACES**

(57) Abstract:

FIELD: exploring dusty surfaces.

SUBSTANCE: invention relates to the means of exploring dusty surfaces, it can be used to simulate the aerodynamic effect on materials capable of dusting, as well as to test various means and methods of dust suppression in conditions that simulate real ones. The wind tunnel for exploring dusty surfaces, including an exhaust fan, an air supply pipe, a table for test samples, a means of measuring the dust concentration, is additionally equipped with an air extraction pipe. Both pipes are made in the form of a circular pipe on one axis; they are supported by wheel supports with a stopper, and are movably connected to each other by a frame through movable guides. On the pipes, fasteners are installed for tight fixation with each other. On the air supply pipe with the possibility of removal, a removable supply fan and a meteorological meter are

fixed; and damping screens and removable adjustable deflectors are installed inside it. In the pipe, there is a hole in which a background dust intake device is installed, which is connected to the dust meter. On the air extraction pipe with the possibility of removal, an exhaust fan and a dust meter are fixed. In the pipe, there is a hole in which a measured dust intake device is installed, which is connected to the dust meter. In the middle between the pipes, a table for test samples is rigidly fixed on adjustable supports, and a scale with the possibility of locking with clamps is rigidly fixed to the frame under it.

EFFECT: technical result is an increase in the efficiency of determining the parameters of the removal of dust particles.

1 cl, 2 dwg

Изобретение относится к средствам исследования пылящих поверхностей и может быть использовано для моделирования аэродинамического воздействия на материалы, способные к пылению, а также в целях проведения лабораторных исследований параметров выноса пылевидной фракции, испытания различных средств и способов пылеподавления в условиях, моделирующих реальные.

Известно приспособление для имитации силы и направления ветра (заявка на полезную модель РФ № 61859, опубл. 10.03.2007 г.), включающее корпус с размещенным в нем рабочим колесом, причем верхняя часть корпуса выполнена в виде полого цилиндра с размещенной в нем стойкой с двигателем, имеющей головку с отверстием, при этом головка снабжена закрепленным на ней посредством штанги флажком, расположенным напротив отверстия, а в нижней части корпуса напротив рабочего колеса выполнены щели для нагнетания воздуха.

Недостатками является положение головки с отверстием, направленным в открытый воздух, что приводит к невыраженной направленности потока, в котором не оценивается влияние атмосферных воздушных масс на распространение потока воздуха.

Известна вертикальная аэродинамическая труба с возможностью просмотра (патент РФ № 2394726, опубл. 20.07.2010 г.), содержащая камеру приема потока воздуха под давлением, предпочтительно создаваемого вентиляторами с приводами от соответствующих электродвигателей, причем труба сформирована из трех объединенных труб, формирующих трубопроводы или петли в радиальной компоновке, разнесенные друг от друга приблизительно на 120° , форма поперечного сечения контура выполнена круглой на вертикальном участке трубы, овальной на верхнем участке, круглой на нижнем участке, и представляет собой дугу окружности 120° в отверстии соединительного участка, при этом входной участок камеры для полетов или вертикального участка находится на уровне земли, то есть на высоте сформирован из двух конических стволов с разной степенью расхождения, причем верхний конус расходится в большей степени, чем нижний конус, возвратные участки или изгибы возвратного контура изогнуты под углом приблизительно 135° , а поперечное сечение возвратного контура имеет площадь, изменяющуюся по длине контура.

Недостатками устройства являются возможность вторичного «подтягивания» уже вынесенной пыли в исследуемую область за счет замкнутости конструкции трубы, вертикально-ориентированная компоновка, не позволяющая испытывать горизонтальные площадки; громоздкость конструкции ввиду трехлучевого исполнения.

Известна комбинированная аэродинамическая труба непрерывного действия замкнутого типа Т-1-2 Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского (http://www.tsagi.ru/experimental_base/aerodinamicheskaya-truba-t-1-2/), используемую на малых скоростях для испытания моделей наземных сооружений, содержащую сопло, хонейкомб Т-1 (детурбулизирующая решетка), рабочую часть Т-1, подвижную часть, хонейкомб Т-2 (детурбулизирующая решетка), рабочую часть Т-2, вентилятор, обратный канал.

Недостатками устройства являются возможность вторичного «подтягивания» уже вынесенной пыли в исследуемую область за счет замкнутости конструкции трубы.

Известна аэродинамическая труба (патент РФ № 2526515, опубл. 20.08.2014 г.), содержащая входной тракт с задвижкой и дросселем для ввода сжатого воздуха, форкамеру, пульсатор, сопло, рабочую часть, устройство изменения углового положения модели профиля сечения лопасти винта и проведения весовых измерений, выхлопной тракт, рабочую камеру, отличающаяся тем, что в форкамере установлены два дросселя, один из которых выполняет роль пульсатора, а другой предназначен для регулирования

стационарной составляющей расхода воздуха, оба дросселя изготовлены в виде двух расположенных соосно перфорированных цилиндров, а устройство изменения углового положения модели профиля сечения лопасти винта и проведения весовых измерений выполнено в виде отсека рабочей части аэродинамической трубы, на боковых стенках которого расположены тензовесы и устройство изменения углового положения модели, содержащее механизм синхронизации углового положения модели с пульсациями скорости потока в рабочей части.

Недостатками устройства является криволинейность рабочего участка, что приводит к формированию застойных зон при ее использовании со скоростями потока, приближенными к скоростям ветра.

Известно устройство для моделирования воздушного туннеля (описание устройства приведено в научной статье Jin, H., Nie, W., Zhang, Y., Wang, H., Zhang, H., Bao, Q., Yan, J. Development of environmental friendly dust suppressant based on the modification of soybean protein isolate. 2019. Processes, Vol. 7(3), p. 165 <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85063550524&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=8dd30b13174383b30b6125b2eb37ed42&sot=autdocs&sdt=autdocs&sl=18&s=AU-ID%2857193509012%29&relpos=5&citeCnt=35&searchTerm=>), принятое за прототип, которое представляет собой вытяжной вентилятор, угловой патрубков вытяжки воздуха квадратного сечения, раструб увеличения сечения, участок квадратной трубы большого сечения, раструб уменьшения сечения, патрубков квадратного сечения подачи воздуха, столик для испытуемых образцов, средство измерения концентрации пыли.

Недостатками устройства являются использование сечений только квадратной формы, вытяжной патрубков выполнен угловым, использование детурбулизирующих решеток приводит к образованию в углах застойных зон при движении воздуха, не достигается равномерности скоростей по сечению, формируется турбулентное течение, не соответствующее естественному, влияние стенок трубы на обеспечение подобия создаваемых условий в рабочей части условиям реальной атмосферы, в результате чего происходит стеснение потока в области размещения столика, оценка эффективности может быть проведена только по величинам концентраций пыли в воздухе на выходе, в то время как часть пыли может оставаться в осажденном состоянии на стенках устройства или в трубе большого сечения.

Техническим результатом является создание устройства, которое повышает эффективность определения параметров выноса пылевидных частиц.

Технический результат достигается тем, что дополнительно установлен патрубков вытяжки воздуха, оба патрубка выполнены в форме трубы круглого сечения на одной оси, которые опираются на колесные опоры со стопором, и подвижно соединены между собой рамой через подвижные направляющие, на них установлены крепления для герметичной фиксации друг с другом, на патрубке подачи воздуха с возможностью съема закреплены съемный приточный вентилятор и метеометр, а внутри него установлены детурбулизирующие решетки и съемные регулируемые дефлекторы, при этом в патрубке выполнено отверстие, в которое установлено заборное устройство фоновой пыли, которое подключено к пылемеру, на патрубке вытяжки воздуха с возможностью съема закреплен вытяжной вентилятор и пылемер, в патрубке выполнено отверстие, в которое установлено заборное устройство измеряемой пыли, которое подключено к пылемеру, посередине между патрубками жестко закреплен, на регулируемых опорах столик для испытуемых образцов, под ним жестко закреплены к раме весы, с возможностью блокировки зажимами.

Аэродинамическая труба для исследования пылящих поверхностей поясняется

следующими фигурами:

фиг. 1 - аэродинамическая труба в конфигурации с открытой частью в области размещения образцов;

5 фиг. 2 - аэродинамическая труба в конфигурации с изолированным размещением образцов, где:

1 - колесные опоры со стопором;

2 - патрубок подачи воздуха;

3 - патрубок вытяжки воздуха;

4 - съемный приточный вентилятор;

10 5 - вытяжной вентилятор;

6 - детурбулизирующие решетки;

7 - съемные регулируемые дефлекторы;

8 - рама;

9 - направляющие;

15 10 - столик для испытуемых образцов;

11 - регулируемые опоры;

12 - весы;

13 - зажимы;

14 - герметизируемые прорези;

20 15 - метеометр;

16 - измерительный щуп;

17 - пылемер;

18 - заборное устройство фоновой пыли;

19 - заборное устройство измеряемой пыли.

25 Аэродинамическая труба для исследования пылящих поверхностей представляет собой жестко установленные на одной оси патрубок подачи воздуха 2 в форме трубы круглого сечения, длиной не менее пяти диаметров и патрубок вытяжки воздуха 3 в форме трубы круглого сечения, длиной не менее трех диаметров, опирающиеся на колесные опоры со стопором 1 (фиг. 1). На патрубках установлены крепления (на фиг. 30 не показаны), для герметичной фиксации и формирования закрытой трубы.

Стыкуют и формируют закрытую трубу. На патрубке подачи воздуха 2 на болтовом соединении закреплен съемный приточный вентилятор 4, на патрубке вытяжки воздуха 3 на болтовом соединении закреплен вытяжной вентилятор 5.

35 В патрубок подачи воздуха на расстоянии одного диаметра от съемного приточного вентилятора установлены детурбулизирующие решетки 6, а на расстоянии от половины до одного диаметра от выходного отверстия - съемные регулируемые дефлекторы 7.

Патрубки подвижно соединены между собой рамой 8 через подвижные направляющие 9 так, что расстояние между патрубками может регулироваться от нуля до полутора диаметров трубы.

40 На раме 8 между патрубком подачи воздуха 2 и патрубком вытяжки воздуха 3 посередине жестко закреплен в горизонтальном положении столик для испытуемых образцов 10 на регулируемых опорах 11, в вертикальном положении возможна регулировка высоты от осевой линии трубы до ее нижней части. Под столик для испытуемых образцов 10 жестко закреплены к раме 8 весы 12, с возможностью 45 блокировки зажимами 13.

Метеометр 15 жестко закреплен на патрубке подачи воздуха 2, и через отверстие в патрубке подачи воздуха 2 выведен измерительный щуп 16 на расстоянии от двух до трех диаметров от приточного вентилятора. В качестве средства измерения концентрации

пыли используют пылемер 17, который жестко закреплен на патрубке вытяжки воздуха 3. В патрубке подачи воздуха 2 выполнено отверстие, в которое установлено заборное устройство фоновой пыли 18, подключенное к пылемеру 17. В патрубке вытяжки воздуха 3 выполнено отверстие, в которое на расстоянии от одного до двух диаметров от входного отверстия установлено заборное устройство измеряемой пыли 19, подключенное к пылемеру 17.

Устройство работает следующим образом.

Перед началом испытаний выбирают одну из двух используемых конфигураций аэродинамической трубы для исследования пылящих поверхностей:

- трубу используют с открытой частью в области размещения образцов (фиг. 1), если требуется имитация условий воздействия ветрового потока на открытой местности без влияния стенок трубы,

- патрубков подачи воздуха 2 и патрубков вытяжки воздуха 3 герметично стыкуют и формируют закрытую трубу (фиг. 2) с изолированным размещением образцов без потерь пылящего компонента.

Предварительным регулированием работы съемного приточного вентилятора 4 (или его удалением) и вытяжного вентилятора 5 осуществляется настройка аэродинамического режима - моделирование условий возмущения или разряжения в ветровом потоке и установление определенной скорости потока, а также, определение других микроклиматических параметров метеометром 15 через измерительный шуп 16.

При этом неравномерность в ближнем поле скоростей ветра съемного приточным вентилятором 4, которой не обладает вытяжной вентилятор 5, компенсируется установленными за ним детурбулизирующими решетками 6, а съемными регулирующими дефлекторами 7 выставляется угол направления ветра относительно поверхности столика для испытания образцов 10.

В свою очередь столик для испытания образцов 10, опирающийся на весы 12, регулируемые опорами 11 выставляется на необходимую высоту, при этом остается незагруженным и заблокированным зажимами 13.

После настройки аэродинамического режима работа вентиляторов 4 и 5 приостанавливается. Зажимы 13 отсоединяются, весы 12 тарируются. На поверхность столика для испытуемых образцов 10 укладывается образец испытуемого пылящего компонента, после чего образец взвешивается весами 12. Затем зажимами 13 столик для испытуемых образцов 10 фиксируется неподвижно.

В случае использования конфигурации аэродинамической трубы для исследования пылящих поверхностей с открытой частью в области размещения образцов (фиг. 1) патрубков подачи воздуха 2 и патрубков вытяжки воздуха 3 фиксируются на заданном расстоянии колесными опорами со стопором 1.

В случае использования конфигурации аэродинамической трубы для исследования пылящих поверхностей с изолированным размещением и образцов (фиг. 2), когда патрубков подачи воздуха 2 и патрубков вытяжки воздуха 3 герметично стыкуют, столик для испытуемых образцов 10 на регулируемых опорах 11 задвигается внутрь трубы через герметизируемые прорези 14. После чего запускается работа съемного приточного вентилятора 4 и вытяжного вентилятора 5, либо одного из них, согласно выбранному аэродинамическому режиму.

В течение определенного времени экспозиции пылемером 17 измеряется фоновая концентрация пыли заборным устройством фоновой пыли 18 и концентрация пыли в потоке загрязненного воздуха заборным устройством измеряемой пыли 19. После

прекращения работы съемного приточного вентилятора 4 и вытяжного вентилятора 5 зажимы 13 отсоединяются и весами 12 измеряется масса образца испытуемого пылящего компонента после аэродинамического воздействия на него.

5 Таким образом, аэродинамическая труба для исследования пылящих поверхностей обладает аэродинамически правильной формой постоянного круглого сечения без возможности формирования застойных зон и позволяет моделировать процесс ветрового воздействия на пылящую поверхность при размещении столика для испытуемых образцов в условиях открытого воздуха, приближенных к реальным, и в условиях закрытой трубы и изолированного размещения образцов без потерь пылящего компонента. При этом вынос пыли может быть определен, как по полю концентраций, формируемому в трубе после столика, так и по потере массы испытуемого пылящего компонента. Наличие приточного вентилятора, помимо вытяжного, позволяет моделировать условия возмущения или разряжения и устанавливать определенную скорость потока. Применение детурбулизирующих решеток позволяет выравнивать поле скоростей ветра, а съемных регулируемых дефлекторов - моделировать направление ветра непараллельное поверхности.

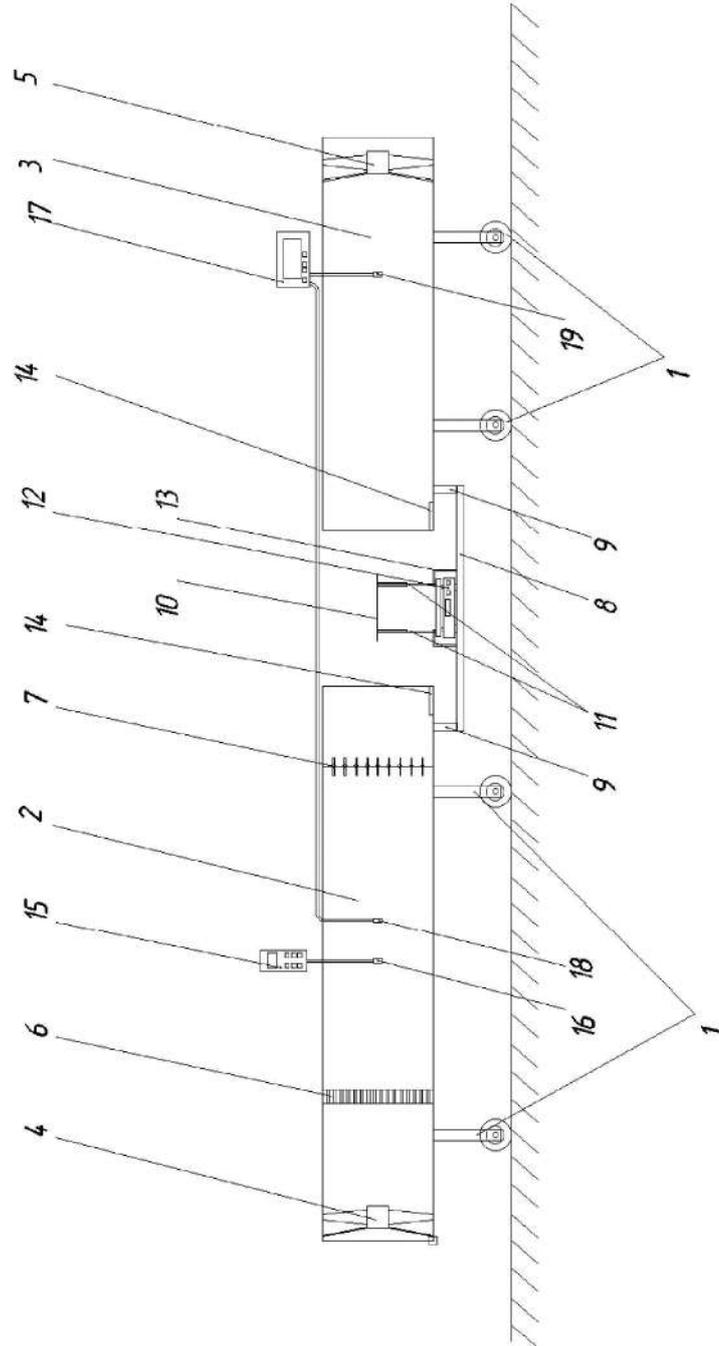
(57) Формула изобретения

Аэродинамическая труба для исследования пылящих поверхностей, включающая вытяжной вентилятор, патрубков подачи воздуха, столик для испытуемых образцов, средство измерения концентрации пыли, отличающаяся тем, что дополнительно установлен патрубок вытяжки воздуха, оба патрубка выполнены в форме трубы круглого сечения на одной оси, которые опираются на колесные опоры со стопором, и подвижно соединены между собой рамой через подвижные направляющие, на них установлены крепления для герметичной фиксации друг с другом, на патрубке подачи воздуха с возможностью съема закреплены съемный приточный вентилятор и метеометр, а внутри него установлены детурбулизирующие решетки и съемные регулируемые дефлекторы, при этом в патрубке выполнено отверстие, в которое установлено заборное устройство фоновой пыли, которое подключено к пылемеру, на патрубке вытяжки воздуха с возможностью съема закреплен вытяжной вентилятор и пылемер, в патрубке выполнено отверстие, в которое установлено заборное устройство измеряемой пыли, которое подключено к пылемеру, посередине между патрубками жестко закреплен на регулируемых опорах столик для испытуемых образцов, под ним жестко закреплены к раме весы с возможностью блокировки зажимами.

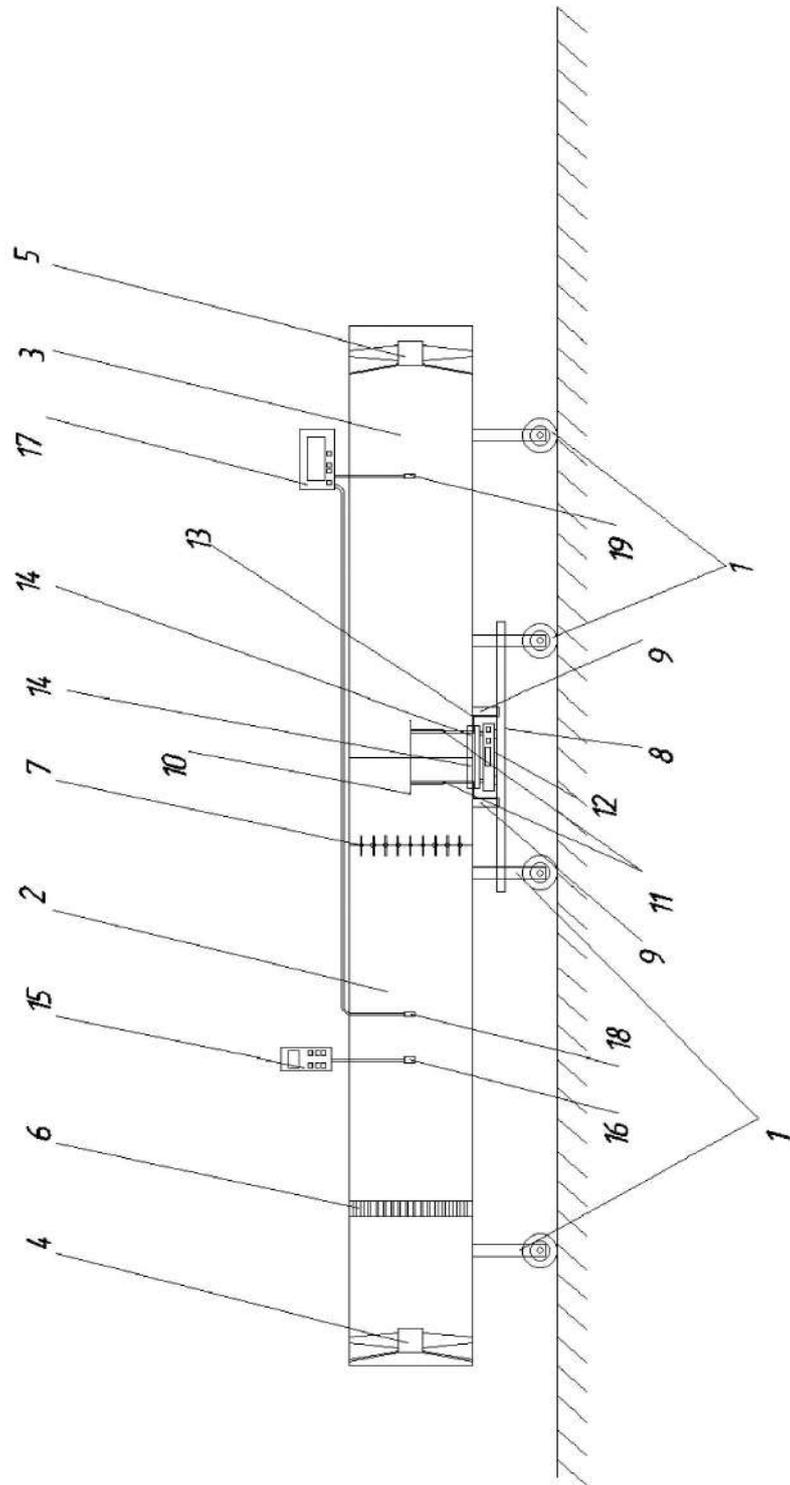
35

40

45



Фиг. 1



Фиг. 2