

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

**№ 2849726**

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ  
УДЕРЖАНИЯ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА НА  
ПОДЪЁМНИКЕ**

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
"Санкт-Петербургский горный университет  
императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Федорова Эльмира Рафаэлевна (RU), Моргунов  
Владимир Викторович (RU)*

Заявка № 2025120611

Приоритет изобретения **25 июля 2025 г.**

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации **28 октября 2025 г.**

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает **25 июля 2045 г.**

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Ю.С. Зубов*







ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

G01B 11/26 (2025.08); B65G 65/30 (2025.08)

(21)(22) Заявка: 2025120611, 25.07.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
25.07.2025

Дата регистрации:  
28.10.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.07.2025

(45) Опубликовано: 28.10.2025 Бюл. № 31

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
"Санкт-Петербургский горный университет  
императрицы Екатерины II", патентно-  
лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Федорова Эльмира Рафаэлевна (RU),  
Моргунов Владимир Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет императрицы Екатерины II"  
(RU)

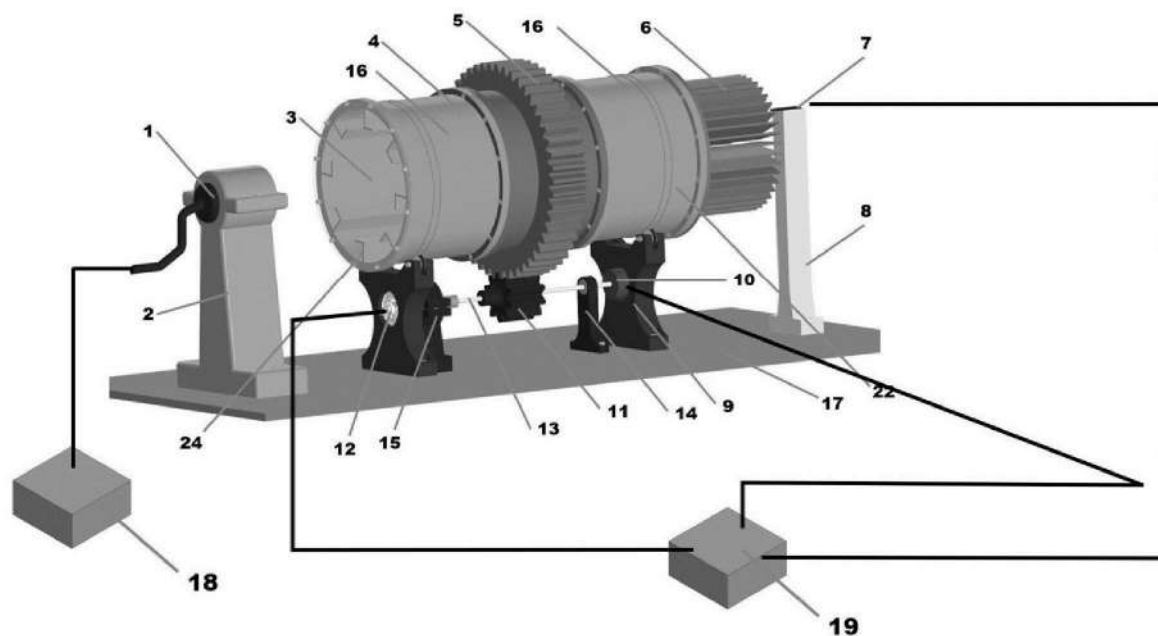
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: Nascimento, Suellen & Moulin Lima,  
Rondinelli & Brandao, Rodolfo & Duarte, Claudio  
& Barrozo, Marcos. (2018). Eulerian study of  
flights discharge in a rotating drum. The Canadian  
Journal of Chemical Engineering. 97. 477-484.  
10.1002/cjce.23291. SU 1163117 A1, 23.06.1985.  
RU 113827 U1, 27.02.2012. RU 2001118732 A,  
10.07.2003. US 4469216 A1, (см. прод.)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ УДЕРЖАНИЯ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА  
НА ПОДЪЕМНИКЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам измерения степени удержания сыпучего материала на подъемнике и может быть использовано в металлургической, химической, цементной, пищевой и других отраслях промышленности. Техническим результатом является создание устройства для эффективного определения степени удержания сыпучего материала.

Устройство за счет установки съемных подъемников, сегментного корпуса с внешними выступами, роликовых опор, веб-камеры, энкодера, инфракрасного датчика препятствий и управляющего блока обеспечивает повышение эффективности определения степени удержания материала. 7 ил.



Фиг. 6

(56) (продолжение):  
04.09.1984. SU 1079982 A1, 15.03.1984.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*G01B 11/26 (2025.08); B65G 65/30 (2025.08)*(21)(22) Application: **2025120611, 25.07.2025**(24) Effective date for property rights:  
**25.07.2025**Registration date:  
**28.10.2025**

Priority:

(22) Date of filing: **25.07.2025**(45) Date of publication: **28.10.2025** Bull. № 31

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet imperatritsy Ekateriny II", patentno-litsenzionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Fedorova Elmira Rafaelevna (RU),  
Morgunov Vladimir Viktorovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia "Sankt-Peterburgskii gornyi  
universitet imperatritsy Ekateriny II" (RU)**(54) **DEVICE FOR DETERMINING DEGREE OF RETENTION OF BULK MATERIAL ON LIFT**

(57) Abstract:

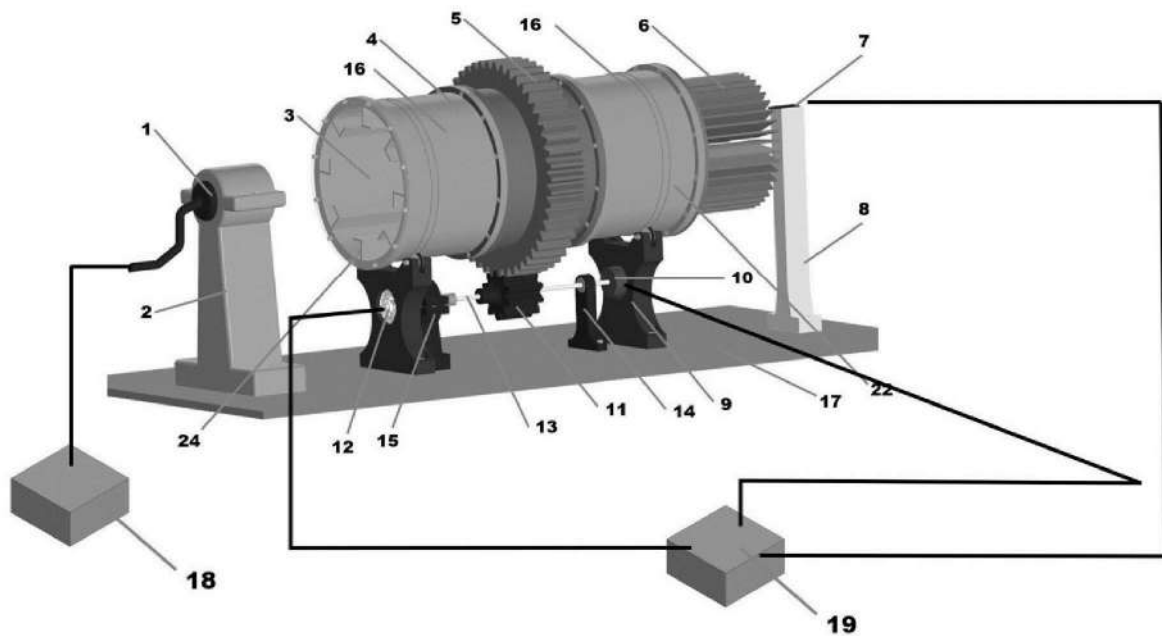
FIELD: bulk materials.

SUBSTANCE: invention relates to devices for measuring the degree of retention of bulk material on a conveyor and can be used in the metallurgical, chemical, cement, food and other industries. The device, by installing removable elevators, a segmented body with external projections, roller supports, a web camera,

an encoder, an infrared obstacle sensor and a control unit, provides an increase in the efficiency of determining the degree of material retention.

EFFECT: creation of a device for effective determination of the degree of retention of bulk material.

1 cl, 7 dwg



Фиг. 6

RU 2849726 C1

RU 2849726 C1

Изобретение относится к устройствам измерения степени удержания сыпучего материала на подъемнике и может быть использована в металлургической, химической, цементной, пищевой и других отраслях промышленности.

Известно устройство для определения степени удержания сыпучего материала на подъемнике (Mesnier, A.; Peczalski, R.; Mollon, G.; Vessot-Crastes, S. *Mixing of Bi-Dispersed Milli-Beads in a Rotary Drum. Mechanical Segregation Analyzed by Lab-Scale Experiments and DEM Simulation. Processes* 2020, 8, 1166, doi:10.3390/pr8091166), включающее вращающийся барабан с внутренними подъемниками, мотор, камеру.

Недостатком данного устройства является малый размер барабана, небольшое соотношение «длина/диаметр» барабана, что может привести к искажению результатов из-за влияния пристеночного эффекта.

Известно устройство для определения степени удержания сыпучего материала на подъемнике (Zhang, L.; Jiang, Z.; Weigler, F.; Herz, F.; Mellmann, J.; Tsotsas, E. *PTV Measurement and DEM Simulation of the Particle Motion in a Flighted Rotating Drum. Powder Technology* 2020, 363, doi:10.1016/j.powtec.2019.12.035), включающее вращающийся барабан с внутренними подъемниками, мотор, камеру.

Недостатком данного устройства является малый размер барабана, небольшое соотношение «длина/диаметр» барабана, что ограничивает применимость устройства по крупности материала, а также может привести к искажению результатов из-за влияния пристеночного эффекта.

Известно устройство для определения степени удержания сыпучего материала на подъемнике (Sunkara, K.R.; Herz, F.; Specht, E.; Mellmann, J. *Influence of Flight Design on the Particle Distribution of a Flighted Rotating Drum. Chemical Engineering Science* 2013, 90, 101-109, doi:10.1016/j.ces.2012.12.035), включающее вращающийся барабан с внутренними подъемниками, мотор, редуктор, стол, отвес, источник света, камеру.

Недостатком данного устройства является конструктивное исполнение приводной части с жестким механическим соединением двигателя с барабаном, при котором переменные нагрузки, возникающие при движении сыпучего материала, напрямую передаются на привод, что приводит к нестабильности угловой скорости вращения барабана и снижению точности определения параметров.

Известно устройство для определения степени удержания сыпучего материала на подъемнике (Akhunbaev, A.; Muhammadsadikov, K.; Koraboev, E. *Quantity of Material in the Drum Dryer Attachment. E3S Web of Conferences* 2024, 587, 03010, doi:10.1051/e3sconf/202458703010), включающее вращающийся барабан с внутренними подъемниками, мотор, внутренний поддон, секционные пробоотборники.

Недостатком данного устройства является конструктивное исполнение измерительной части, выполненной в виде секционных пробоотборников, требующих отдельного ручного заполнения подъемника, что приводит к неточности измерений.

Известно устройство для определения степени удержания сыпучего материала на подъемнике (Nascimento, S.M.; Lima, R.M.; Brandão, R.J.; Duarte, C.R.; Barrozo, M.A.S. *Eulerian Study of Flights Discharge in a Rotating Drum. The Canadian Journal of Chemical Engineering* 2019, 97, 477-484, doi:10.1002/cjce.23291) принятое за прототип, включающее вращающийся барабан с внутренними подъемниками, электродвигатель, частотный преобразователь, опорные ролики, камеру технического зрения.

Недостатком данного устройства является монолитное исполнение барабана, такая конструкция не дает возможность изменения геометрии отдельных участков барабана или их замену, что создает эксплуатационные сложности.

Техническим результатом является создание устройства для эффективного

определения степени удержания сыпучего материала.

Технический результат достигается тем, что корпус состоит из сегментов, которые выполнены в форме полого цилиндра, на внешней поверхности которых выполнены внешние выступы, при этом на внутренней поверхности сегментов выполнены восемь внутренних пазов, в которые закреплены с возможностью съёма подъемники Г-образной формы, которые устанавливают друг напротив друга в количестве двух, четырёх или восьми, при этом во внутренние пазы, в которых не закреплены подъёмники закрепляются с возможностью съёма заглушки, между сегментами с возможностью съёма закреплено колесо зубчатой передачи, в передней части сегментами, установлена с возможностью съёма с прозрачная стенка, а к торцевой части корпуса закреплена с возможностью съёма стенка с лопастями, корпус установлен на стойки с роликовой опорой, при этом в стойке с креплением закреплён двигатель, который через вал соединен с шестерней зубчатой передачи, при этом один конец вала закреплён в стойке с креплением, а другой конец через стойку закреплён с энкодером и стойкой с роликовой опорой, напротив стенки с лопастями, на платформе закреплён с возможностью съёма штатив с инфракрасным датчиком препятствий, внутри управляющего блока последовательно установлены микроконтроллер и драйвер, выходы энкодера и инфракрасного датчика препятствий соединены с входом микроконтроллера, выходы которого соединены с входами драйвера, выход которого соединён со входом двигателя, напротив прозрачной стенки на платформе закреплён с возможностью съёма штатив с web-камерой, выход которой соединён с входом одноплатного компьютера, при этом входы внешнего источника питания соединены с силовыми входами драйвера.

Устройство для определения степени удержания сыпучего материала на подъемнике поясняется следующими фигурами:

- 25    фиг. 1 - общий вид устройства;
- фиг. 2 - общий вид сегмента;
- фиг. 3 - сегмент с четырьмя подъёмниками вид сбоку;
- фиг. 4. - сегмент с двумя подъёмниками вид сбоку;
- фиг. 5. - сегмент с восьмью подъёмниками вид сбоку;
- 30    фиг. 6. - подключение управляющего блока;
- фиг. 7. - структура управляющего блока:
- 1 - web-камера;
- 2 - штатив;
- 3 - прозрачная стенка;
- 35    4 - корпус;
- 5 - колесо зубчатой передачи;
- 6 - стенка с лопастями;
- 7 - инфракрасный датчик препятствий;
- 8 - штатив;
- 40    9 - стойка с роликовой опорой;
- 10 - энкодер;
- 11 - шестерня зубчатой передачи;
- 12 - приводной двигатель;
- 13 - вал;
- 45    14 - стойка;
- 15 - стойка с креплением;
- 16 - сегмент;
- 17 - платформа;

- 18 - одноплатный компьютер;
- 19 - управляющий блок;
- 20 - микроконтроллер;
- 21 - драйвер;
- 22 - внешние выступы;
- 23 - внутренние пазы;
- 24 - подъемник;
- 25 - заглушка.

Устройство для определения степени удержания сыпучего материала на подъемнике состоит из корпуса 4 (фиг. 1-6), который состоит из сегментов 16, которые выполнены в форме полого цилиндра. На внутренней поверхности сегментов 16 выполнены восемь внутренних пазов 23. Подъемник 24 Г-образной формы, закреплены с возможностью съема во внутренних пазах 23 (фиг. 2). Подъемники 24 (фиг. 1-6) внутри сегментов 16 устанавливают друг напротив друга в количестве двух, четырех или восьми, при этом во внутренние пазы 23 (фиг. 2), в которых не закреплены с возможностью съема подъемники 24 закрепляют с возможностью съема закреплены заглушки 25 (фиг. 2-4). На внешней поверхности сегментов 16 (фиг. 1-6) выполнены внешние выступы 22 (фиг. 1, 2, 6). Между сегментами 16 (фиг. 1-6) с возможностью съема закреплено колесо зубчатой передачи 5 (фиг. 1, 6). В передней части сегментами 16 (фиг. 1-6), установлена с возможностью съема с прозрачная стенка 3 (фиг. 1, 6), выполненная из органического стекла. К торцевой части корпуса 4 закреплена с возможностью съема стенка с лопастями 6. Корпус 4 установлен на стойки с роликовой опорой 9. В стойке с креплением 15 закреплен двигатель 12 (фиг. 1, 6, 7), который через вал 13 (фиг. 1, 6) соединен с шестерней зубчатой передачи 11. Один конец вала 13 закреплен в стойке с креплением 15, другой конец вала 13 через стойку 14 закреплен с энкодером 10 и стойке с роликовой опорой 9. Стойка 14, и стойка с креплением 15 закреплены с возможностью съема на платформе 17. Напротив, стенки с лопастями, на платформе 17 (фиг. 1, 6) закреплен с возможностью съема штатив 8, на котором закреплен с инфракрасный датчик препятствий 7 (фиг. 1, 7). Микроконтроллер 20 (фиг. 7) и драйвер 21 последовательно установлены внутри управляющего блока 19 (фиг. 6, 7). Выходы энкодера 10 (фиг. 1, 6, 7) и инфракрасного датчика препятствий 7 соединены с входом микроконтроллера 20 (фиг. 7). Выходы микроконтроллера 20 соединены с входами драйвера 21. Выход драйвера 21 соединен со входом двигателя 12 (фиг. 1, 6, 7). Напротив, прозрачной стенки 3 (фиг. 1, 6) на платформе 17 закреплен с возможностью съема штатив 2, который в котором закреплена web-камера 1. Выход web-камеры 1 соединен с входом одноплатного компьютера 18 (фиг. 6). Входы внешнего источника питания 24 В (на фиг. не показан) соединены с силовыми входами драйвера 21.

Устройство для определения степени удержания сыпучего материала на подъемнике работает следующим образом. Во внутренние пазы 23 (фиг. 2) сегментов 16 (фиг. 1-6) устанавливают подъемники 24. Количество подъемников 24 выбирается в зависимости от исследуемого агрегата. Снимают стенку 6 (фиг. 1, 6) и внутрь корпуса 4 загружается сыпучий материал, затем стенку 6 снова устанавливают. После чего корпус 4 устанавливают на стойки с роликовой опорой 9, так чтобы ролик находился между внешними выступами 22 (фиг. 1, 2, 6). С управляющих выходов микроконтроллера 20 передается информационный сигнал на управляющие входы драйвера 21. С выхода драйвера ШИМ-сигналы и сигналы направления вращения передаются на вход двигателя 12, который начинает вращать корпус 4 (фиг. 1, 6) с определенной скоростью и определенным направлением. Для определения степени удержания сыпучего материала



на подъемнике необходимо поддерживать постоянную скорость вращения корпуса 4. Web-камера 1 производит съемку через прозрачную стенку 3. Web-камера передает на вход одноплатного компьютера 18 изображение. Обработка изображения с web-камеры 1 производится на одноплатном компьютере 18 (фиг. 6). Энкодер 10 (фиг. 1, 6, 7) и инфракрасный датчик препятствий 7 непрерывно отслеживают скорость вращения, и с их выходов информация передается на вход микроконтроллера 20 (фиг. 7).

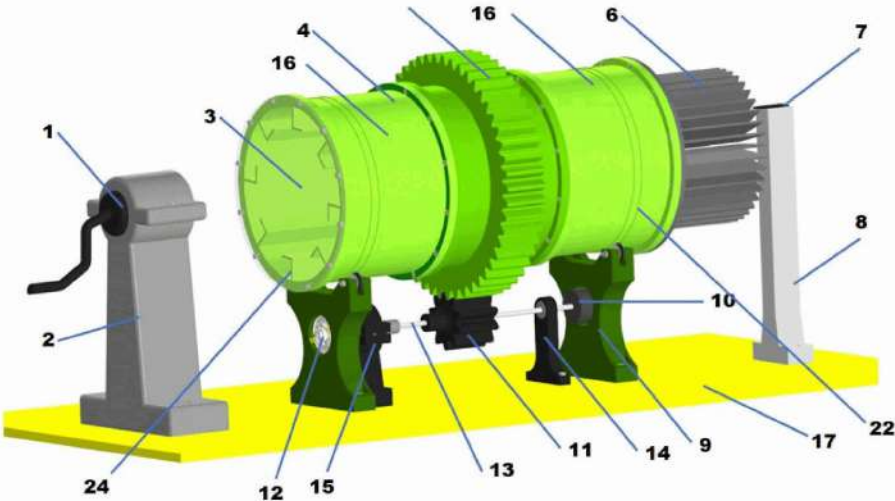
Микроконтроллер 20 определяет текущую скорость вращения корпуса 4 (фиг. 1, 6). Программное обеспечение микроконтроллера 20 обрабатывает данные от датчиков и с учётом заданного значения скорости вращения, передает управляющие команды на вход драйвера 21 (фиг. 7). Таким образом обеспечивается поддержание постоянной скорости вращения барабана.

Устройство за счет установки съемных подъемников, сегментного корпуса с внешними выступами, роликовых опор, веб-камеры, энкодера, инфракрасного датчика препятствий и управляющего блока повышается эффективности определения степени удержания материала.

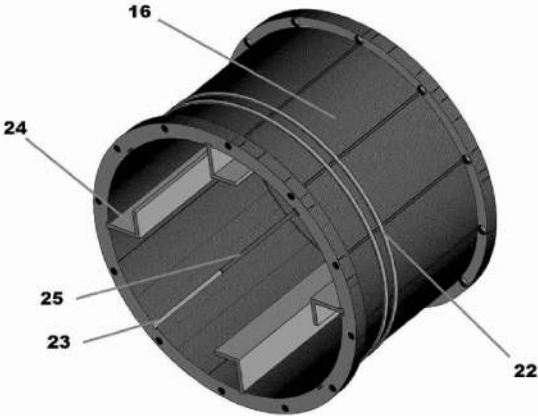
#### (57) Формула изобретения

Устройство для определения степени удержания сыпучего материала на подъемнике, включающее вращающийся барабан, электродвигатель и камеру технического зрения, отличающееся тем, что корпус состоит из сегментов, которые выполнены в форме полого цилиндра, на внешней поверхности которых выполнены внешние выступы, при этом на внутренней поверхности сегментов выполнены восемь внутренних пазов, в которые закреплены с возможностью съема подъемники Г-образной формы, которые устанавливаются друг напротив друга в количестве двух, четырех или восьми, при этом во внутренние пазы, в которых не закреплены подъемники, закрепляются с возможностью съема заглушки, между сегментами с возможностью съема закреплено колесо зубчатой передачи, в передней части сегментами установлена с возможностью съема прозрачная стенка, а к торцевой части корпуса закреплена с возможностью съема стенка с лопастями, корпус установлен на стойки с роликовой опорой, при этом в стойке с креплением закреплен двигатель, который через вал соединен с шестерней зубчатой передачи, при этом один конец вала закреплен в стойке с креплением, а другой конец через стойку закреплен с энкодером и стойкой с роликовой опорой, напротив стенки с лопастями на платформе закреплен с возможностью съема штатив с инфракрасным датчиком препятствий, внутри управляющего блока последовательно установлены микроконтроллер и драйвер, выходы энкодера и инфракрасного датчика препятствий соединены с входом микроконтроллера, выходы которого соединены с входами драйвера, выход которого соединен со входом двигателя, напротив прозрачной стенки на платформе закреплен с возможностью съема штатив с web-камерой, выход которой соединен с входом одноплатного компьютера, при этом входы внешнего источника питания соединены с силовыми входами драйвера.

1

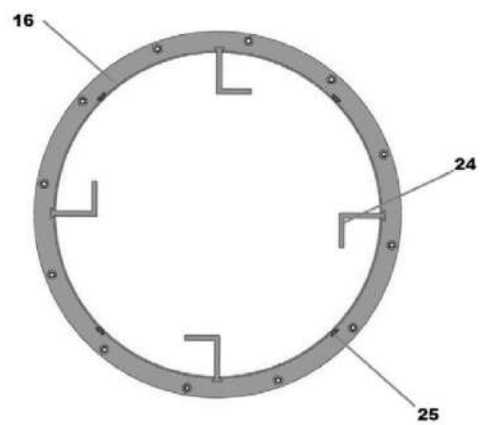


Фиг. 1

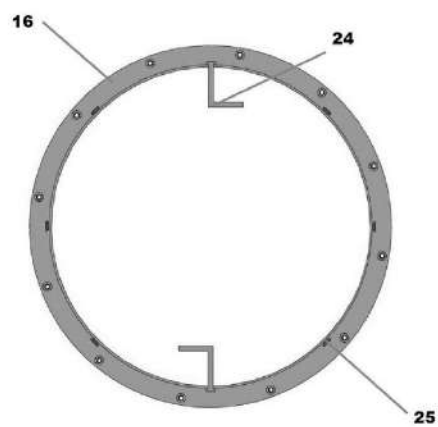


Фиг. 2

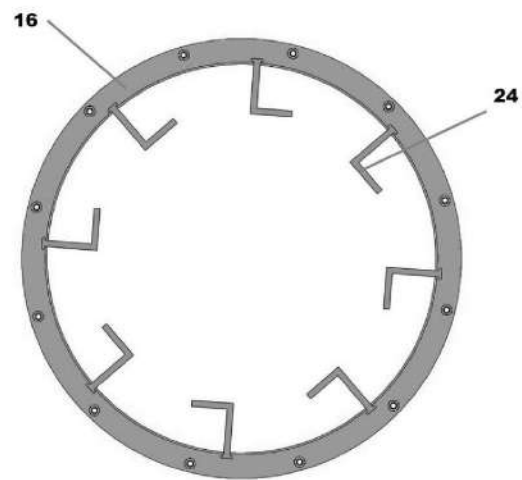
2



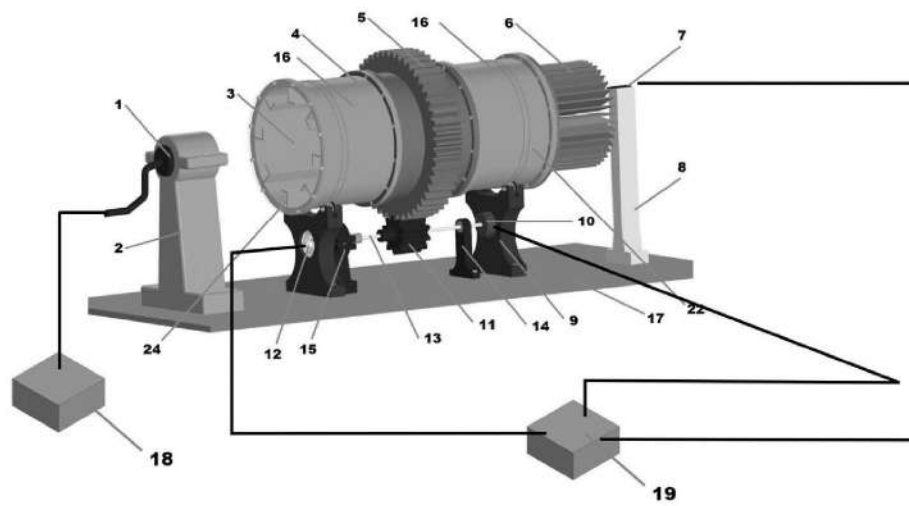
Фиг. 3



Фиг. 4

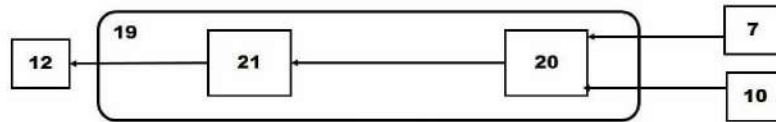


**ФИГ. 5**



ФИГ. 6





Фиг. 7