



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **99485**

(13) **U**

(51) МПК

**G01N 11/14** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2014 13092**

(22) Дата подання заявки: **05.12.2014**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **10.06.2015**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **10.06.2015, Бюл.№ 11**

(72) Винахідник(и):

**Мазурок Павло Степанович (UA),  
Скочеляс Андрій Богданович (UA),  
Корнійчук Андрій Сергійович (UA),  
Тургунов Тімур Шаїмович (UA),  
Коровіцький Павло Григорович (UA)**

(73) Власник(и):

**ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "УКРСКС",  
вул. Перемоги, 9, кім. АПП, м. Київ, 03170  
(UA)**

(74) Представник:

**Романенко Дмитро Миколайович, реєстр.  
№294**

## (54) АТМОСФЕРНИЙ КОНСИСТОМЕТР

(57) Реферат:

Атмосферний консистометр містить розміщені в корпусі електродвигун, ємність для рідини, що обладнана нагрівачем, встановлений в ємності з можливістю обертання навколо вертикальної осі обертач, який сполучений пасом із електродвигуном, циліндричний контейнер для досліджуваного розчину, встановлений в обертач, що містить обичайку, знімну кришку та дно, лопатку, встановлену з можливістю обертання всередині циліндричного контейнера, що виконана у вигляді вала з конусом на нижньому кінці та розміщеними на валу лопатями. Консистометр обладнаний частотним перетворювачем, що електрично сполучений з електродвигуном.

**UA 99485 U**

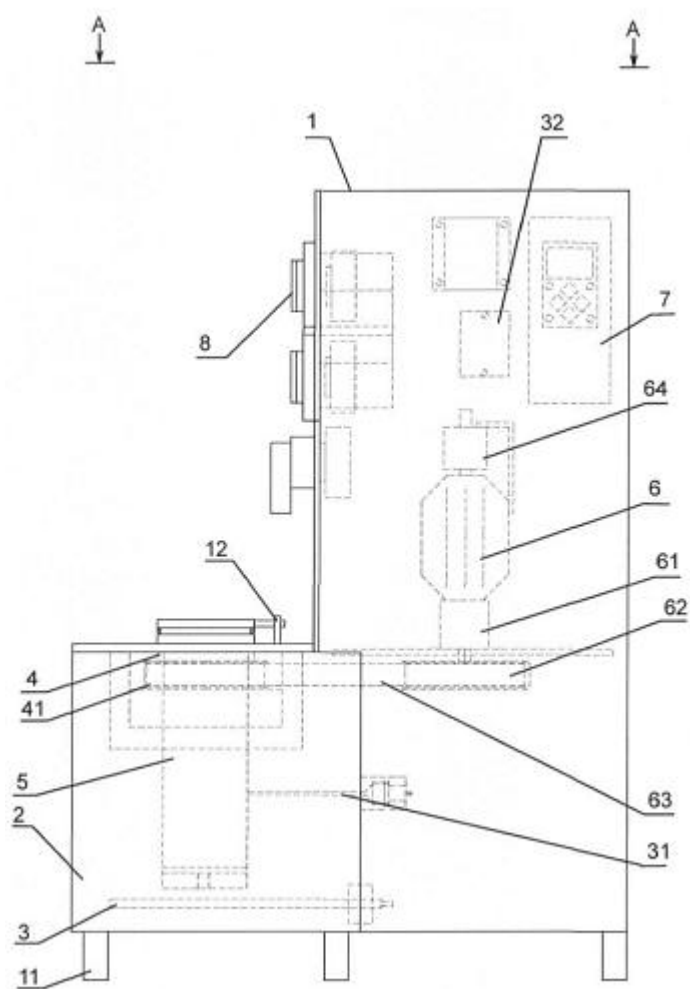


Fig. 1

Корисна модель належить до буріння нафтових і газових свердловин і може бути використана для визначення консистенції цементних розчинів, що застосовуються для цементування свердловин. Консистометр може застосовуватися в лабораторіях тампонажних контор, керування бурових робіт та нафтодобувних об'єднань, а також в лабораторіях науково-

дослідних організацій, що займаються розробкою рецептур та дослідженням тампонажних сумішей для цементування свердловин.

При виконанні робіт з цементними розчинами важливим є визначення консистенції цементного розчину. З існуючого рівня техніки в даній галузі відомі прилади для вимірювання консистенції, принцип дії яких заснований на визначенні обертового моменту, створюваного на лопатевому пристрої цементним розчином при згущенні в циліндричному контейнері, що обертається із певною швидкістю. Обертовий момент на лопатевому пристрої сприймається вимірювальною пружиною, що обертає стрілку індикатора на певну кількість поділок градуированої шкали. Одним з таких приладів є консистометр КЦ-5 виробництва ВАТ "Самбірський приладобудівний завод", використання якого було регламентовано ГОСТ 26798.1-85. Консистометр КЦ-5 містить циліндричний контейнер для досліджуваного розчину, ємність для рідини, нагрівач, електродвигун, лопатевий пристрій, пружину та проградуировану шкалу ("Консистометр цементного раствора КЦ-5. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ЗШ2.842003 ТО")

Недоліком консистометра КЦ-5 є низька точність вимірювань. Похибка при вимірюваннях становить  $\pm 5\%$ .

Найбільш близькими аналогами до заявленого пристрою є атмосферний консистометр (патент США № 4534209, МПК G01N11/14, дата публ. 13.08.1985), а також атмосферний консистометр моделі 1200 виробництва компанії Chandler Engineering або компанії OFI Testing Equipment, Inc.

Кожен з вказаних атмосферних консистометрів містить розміщені в корпусі: електродвигун; ємність для рідини, що обладнана нагрівачем; встановлений в ємності з можливістю обертання навколо вертикальної осі обертач, який сполучений пасом із електродвигуном; циліндричний контейнер для досліджуваного розчину, встановлений в обертач, що містить обичайку, знімну кришку та дно; лопатка, встановлена з можливістю обертання всередині циліндричного контейнера, що виконана у вигляді вала з конусом на нижньому кінці та розміщеними на валу лопатями. Для визначення консистенції циліндричний контейнер обладнаний потенціометром, що механічно сполучений із валом лопатки. Знімне дно циліндричного контейнера з'єднано з обичайкою за допомогою скоби з гумовою прокладкою. До складу потенціометру входить калібрована пружина та проградуирована шкала зі стрілкою. Вимірювання здійснюють при частоті обертання електродвигуна 150 обертів за хвилину, частоту обертання встановлюють до проведення досліджень і контролюють за допомогою додаткових пристроїв (наприклад, за допомогою лазерного тахометра), які не входять до складу пристрою.

Головним недоліком зазначених консистометрів є велика похибка вимірювань. Це є наслідком того, що вимірювання виконуються за допомогою механічного методу - визначення ступеня розтягнутості пружини потенціометра, яку періодично необхідно калібрувати. З цього випливає другий суттєвий недолік вказаних пристроїв - незручність у використанні, через необхідність регулярно виконувати калібрування потенціометра за допомогою окремого калібрувального пристрою. Ця необхідність суттєво подовжує час підготовки пристрою до роботи. Додаткову незручність створює неможливість контролювання частоти обертання електродвигуна під час проведення вимірювань, оскільки це потребує використання додаткових пристроїв.

Ще одним важливим недоліком вказаних вище пристроїв є недовговічність лопаток і дна циліндричних контейнерів, які в них використовуються. Під час роботи лопатка обертається і взаємодіє із дном циліндричного контейнера. Через певний час конус лопатки і дно зношується, що призводить до необхідності повної заміни лопатки й дна. Це збільшує експлуатаційні витрати проведення досліджень. Крім того, як показує практика, з'єднання дна і обичайки циліндра за допомогою скоби є ненадійним і негерметичним.

Задачею корисної моделі є підвищення точності вимірювань консистенції цементного розчину за рахунок використання в консистометрі електронного методу вимірювання. Додатковою задачею є підвищення зручності використання консистометра та зменшення експлуатаційних витрат.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у відомому атмосферному консистометрі, який містить розміщені в корпусі електродвигун; ємність для рідини, що обладнана нагрівачем; встановлений в ємності з можливістю обертання навколо вертикальної осі обертач, який сполучений пасом із електродвигуном; циліндричний контейнер для

досліджуваного розчину, встановлений в обертач, що містить обичайку, знімну кришку та дно; лопатка, встановлена з можливістю обертання всередині циліндричного контейнера, що виконана у вигляді вала з конусом на нижньому кінці та розміщеними на валу лопатками; згідно з запропонованим технічним рішенням, консистометр обладнаний частотним перетворювачем, що електрично сполучений із електродвигуном.

Можливим є виконання консистометра, в якому дно циліндричного контейнера та нижня частина обичайки циліндричного контейнера виконані сполученими між собою за допомогою нарізного з'єднання.

Можливим є виконання консистометра, в якому конус лопатки виконаний знімним.

Можливим є виконання консистометра, в якому верхня сторона дна циліндричного контейнера обладнана знімним диском, встановленим в центрі цього дна.

Можливим є виконання консистометра, в якому зовнішній бік дна контейнера обладнаний радіальними виступами.

Технічним результатом корисної моделі є підвищення точності вимірювань консистенції цементного розчину. Це досягається за рахунок обладнання консистометра частотним перетворювачем, що електрично сполучений із електродвигуном і вимірює значення зміни електричного навантаження на електродвигун. Таким чином, стає можливим отримувати значення консистенції не механічним методом на основі вимірювання ступеня розтягнутості пружини, а електронним - на основі вимірювання значень зміни електричного навантаження на двигун.

Додатково підвищується герметичність сполучення дна циліндричного контейнера зі стінками цього контейнера за рахунок використання нарізного з'єднання.

Додатково підвищується ресурс використання лопатки консистометра за рахунок виконання конуса лопатки знімним. При зношенні конуса стає можливим його заміна без заміни всієї лопатки. Це також сприяє зменшенню експлуатаційних витрат, оскільки вартість конуса суттєво нижче, ніж вартість всієї лопатки.

Додатково підвищується ресурс використання дна циліндричного консистометра за рахунок виконання диска на ньому знімним. При зношенні диска, що безпосередньо взаємодіє із конусом лопатки, стає можливим заміна лише диска без заміни всього дна. Це також сприяє зменшенню експлуатаційних витрат, оскільки вартість диска суттєво нижче, ніж вартість всього дна.

Додатково поліпшується ступінь розмішування рідини в ємності за рахунок обладнання дна циліндричного контейнера радіальними виступами, що перемішують рідину при обертанні циліндричного контейнера.

Конструкція заявленого консистометра проілюстрована кресленнями:

- фіг. 1 - схематичне зображення конструкції консистометра (вигляд збоку);
- фіг. 2 - схематичне зображення конструкції консистометра (вигляд А-А на фіг. 1);
- фіг. 3 - циліндричний контейнер консистометра;
- фіг. 4 - циліндричний контейнер консистометра (вигляд Б-Б на фіг. 3);
- фіг. 5 - циліндричний контейнер консистометра у зібраному стані;
- фіг. 6 - дно циліндричного контейнера, вигляд збоку;
- фіг. 7 - дно циліндричного контейнера, вигляд зверху (вигляд В-В на фіг. 6);
- фіг. 8 - дно циліндричного контейнера, вигляд знизу (вигляд Г-Г на фіг. 6);
- фіг. 9 - змінна лопатка;
- фіг. 10 - структурна електрична схема консистометра.

Атмосферний консистометр містить корпус 1, в якому розташована ємність 2 для рідини (див. фіг. 1 та 2). Корпус 1 в нижній частині обладнаний ніжками 11. Ємність 2 для рідини містить дно, бокові стінки та верхню стінку із отвором. Всередині ємності 2 розміщений електричний нагрівач 3, термоопір 31, реле нагрівача 32, регулятор температури 33, обертач 4 та вставлений в нього циліндричний контейнер 5. Обертач 4 встановлений на підшипнику в отворі верхньої стінки ємності 2 із можливістю обертання навколо своєї вертикальної осі і в нижній частині обладнаний шківом 41. На корпусі 1 поруч із обертачем 4 встановлений обмежувач 12, виконаний у вигляді вертикально встановленого металевого стрижня. Циліндричний контейнер 5 виконаний із можливістю вилучення з обертача 4. Також в корпусі 1 розміщений асинхронний електродвигун 6 з редуктором 61, на валу якого встановлений шків 62. Шкви 41 та 62 сполучені між собою пасом 63. Електродвигун 6 обладнаний датчиком обертів 64. Всередині корпусу 1 також розміщений частотний перетворювач 7, що електрично сполучений із електродвигуном 6 та датчиком обертів 64. На передній панелі корпусу 1 розміщені органи управління та індикації 8, що містять, зокрема, таймери встановлення часу роботи, звукову сигналізацію, вмикач живлення.

Ємність 2 консистометра може бути обладнана патрубками для наповнення рідиною та для зливання рідини. Патрубки не показані на кресленнях.

Циліндричний контейнер 5 (див. фіг. 3, фіг. 4, фіг. 5) складається з циліндричної обичайки 51, верхньої знімної кришки 52, обладнаної обмежувачем 53, знімного дна 54. Обмежувач 53 виконаний у вигляді стрижня, що розташований горизонтально. Бічна поверхня знімного дна 54 має зовнішню різьбу (див. фіг. 6). Обичайка 51 в нижній частині має внутрішню різьбу. Знімне дно 54 вгвинчене в обичайку 51.

Верхня сторона дна 54 обладнана знімним диском 55, який розташований в центрі цієї верхньої сторони. Диск 55 має центральне заглиблення (див. фіг. 7). Нижня сторона дна 54 обладнана радіальними виступами 56 (див. фіг. 8). На фіг. 8 показані чотири радіальні криволінійні виступи 56, але форма та кількість виступів можуть бути різними. На фіг. 8 показаний лише один з можливих варіантів виконання цих виступів.

Всередині циліндричного контейнера 5 розміщена лопатка 9, що складається з вала 91, на якому розташовані лопаті 92, 93, 94 (див. фіг. 5 та фіг. 9). В нижній частині вала 91 встановлений конус 95. Конус 95 виконаний з твердого сплаву і встановлений із можливістю заміни. Конус 95 закріплений в валу 91 за допомогою гвинта 96. Верхня частина вала 91 сполучена з верхньою кришкою 52 циліндричного контейнера 5, а конус 95 упирається в знімний диск 55.

Далі проілюструємо роботу заявленого атмосферного консистометра. Встановлюють корпус 1 консистометра за допомогою ніжок 11 на рівній горизонтальній поверхні в зручному для користувача місці. Наповнюють ємність 2 рідиною до рівня приблизно на 1 см нижче верхнього краю обертача 4. Циліндричний контейнер 5 наповнюють цементним розчином, консистенцію якого необхідно визначити, вставляють в контейнер 5 лопатку 9 так, щоб вал 91 лопатки 9 упирася конусом 95 в диск 55 дна 54 і закривають циліндричний контейнер 5 кришкою 52. Розміщують наповнений циліндричний контейнер 5 в обертачі 4. Підключають консистометр до електричної мережі і вмикають живлення за допомогою органів управління 8 на передній панелі корпусу 1. Органами управління 8 вмикають електродвигун 6 і нагрівач 3. Нагрівач 3 підігріває рідину в ємності 2 до необхідної температури, яка визначається за допомогою термоопору 31 та контролюється регулятором температури 33. При досягненні необхідної температури реле 32 вимикає нагрівач 3. Через обичайку 51 рідина в ємності 2 передає тепло цементному розчину в контейнері 5. Електродвигун 6 налаштований на частоту обертання 150 обертів за хвилину. Вимірювання частоти обертів здійснюють за допомогою датчика обертів 64, яким обладнаний електродвигун 6. Електродвигун 6 через редуктор 61 обертає шків 62, який через пас 63 та з допомогою шківа 41 передає зусилля обертання обертачу 4. Обертач 4, в свою чергу, передає обертове зусилля циліндричному контейнеру 5, що в нього вставлений. Цементний розчин в контейнері 5 також обертається разом із контейнером, при цьому лопаті 92, 93, 94 лопатки 9 створюють спротив цьому обертанню, збільшуючи навантаження на валу електродвигуна 6. Обмежувачі 12 та 53 упираються один в інший і запобігають обертанню кришки 52.

Вимірювання навантаження на валу електродвигуна 6 здійснюють за допомогою датчика струму, що входить до складу частотного перетворювача 7. В частотному перетворювачі 7 обчислюють значення консистенції цементного розчину за формулою:

$$Co = (C00056/002) \times (C00434/001 [\%]) - (C00435/001 [\%]),$$

де:

C00056/002 - параметр перетворювача частоти, в якому відображається поточне значення моменту навантаження на валу двигуна;

C00434/001 [%] - параметр перетворювача частоти, що визначає коефіцієнт масштабування консистенції на аналоговому виході перетворювача частоти;

C00435/001 [%] - параметр перетворювача частоти, що визначає коефіцієнт зміщення з урахуванням компенсації струму холостого ходу двигуна.

Отримане значення консистенції цементного розчину та показники роботи консистометра відображаються на дисплеї перетворювача частоти. Більш зручним для користувача є передавання значення консистенції та показників роботи параметрів на підключений до консистометра комп'ютер (на кресленнях не показаний). Підключення комп'ютера може бути здійснено будь-яким з відомих способів: шляхом передавання аналогового сигналу, через промисловий інтерфейс CAN по протоколу CANopen, або іншим відомим способом. Похибка вимірювання консистенції цементного розчину складає менше 1 % з урахуванням зміни жорсткості електромеханічної характеристики електродвигуна 6.

Під час обертання циліндричного контейнера 5 радіальні виступи 56, що розташовані на знімному дні 54 активно перемішують рідину в ємності 2, тим самим сприяючи її рівномірному нагріванню. Наявність радіальних виступів 56 дозволяє не встановлювати в середині ємності 2

додаткові розмішувачі (які, наприклад, є у найближчого аналога), що, в свою чергу, спрощує конструкцію і запобігає утворенню додаткового навантаження на вал електродвигуна 6.

В процесі роботи конус 95 лопатки 9 та диск 55 зазнають зносу через взаємне тертя. Для заміни конуса 95 відкручують гвинт 96, що його фіксує у валу 91 і замінюють зношений конус на новий. Для заміни диска 55 від обичайки 51 відкручують дно 54 і замінюють зношений диск 55 на новий. Виконання конуса 95 та диска 55 знімними дозволяє значно скоротити експлуатаційні витрати, оскільки подовжується термін використання лопатки 9 та дна 54 за рахунок заміни їх частин, що найбільш піддаються зношенню. Виконання з'єднання обичайки 51 і знімного дна 54 нарізним дозволяє підвищити його надійність, забезпечити герметичність і запобігти витіканню цементного розчину з контейнера 5.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Атмосферний консистометр, що містить розміщені в корпусі електродвигун, ємність для рідини, що обладнана нагрівачем, встановлений в ємності з можливістю обертання навколо вертикальної осі обертач, який сполучений пасом із електродвигуном, циліндричний контейнер для досліджуваного розчину, встановлений в обертач, що містить обичайку, знімну кришку та дно, лопатку, встановлену з можливістю обертання всередині циліндричного контейнера, що виконана у вигляді вала з конусом на нижньому кінці та розміщеними на валу лопатями, який **відрізняється** тим, що консистометр обладнаний частотним перетворювачем, що електрично сполучений з електродвигуном.
2. Атмосферний консистометр за п. 1, який **відрізняється** тим, що дно циліндричного контейнера та нижня частина обичайки циліндричного контейнера виконані сполученими між собою за допомогою нарізного з'єднання.
3. Атмосферний консистометр за п. 1, який **відрізняється** тим, що конус лопатки виконаний знімним.
4. Атмосферний консистометр за п. 1, який **відрізняється** тим, що верхня сторона дна циліндричного контейнера обладнана знімним диском, встановленим в центрі цього дна.
5. Атмосферний консистометр за п. 1, який **відрізняється** тим, що зовнішній бік дна контейнера оснащений радіальними виступами.

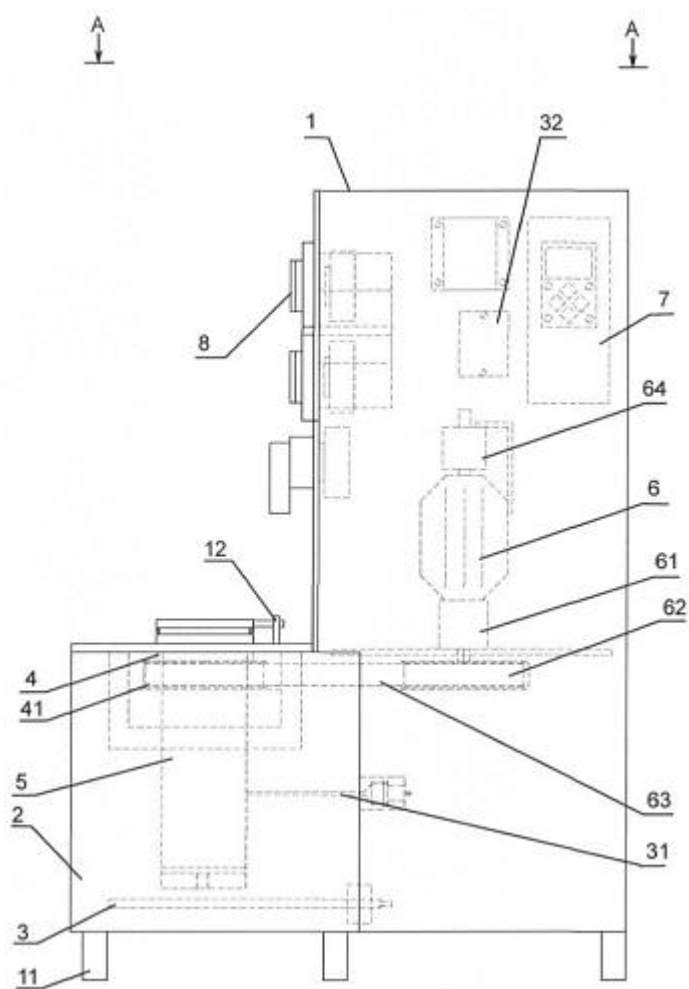


Fig. 1

A-A

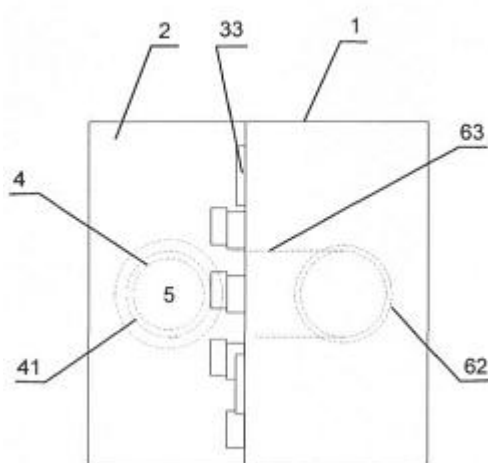


Fig. 2

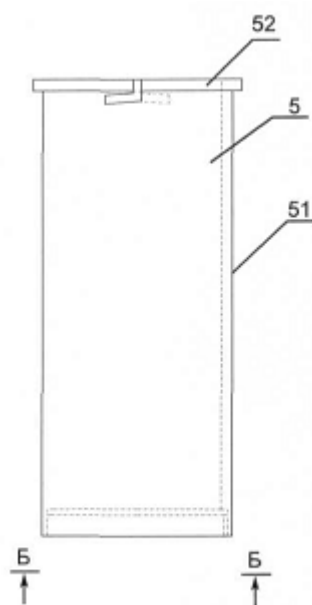


Fig. 3

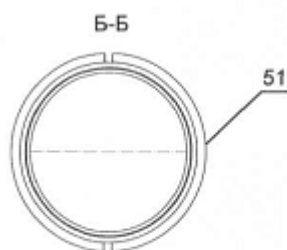


Fig. 4



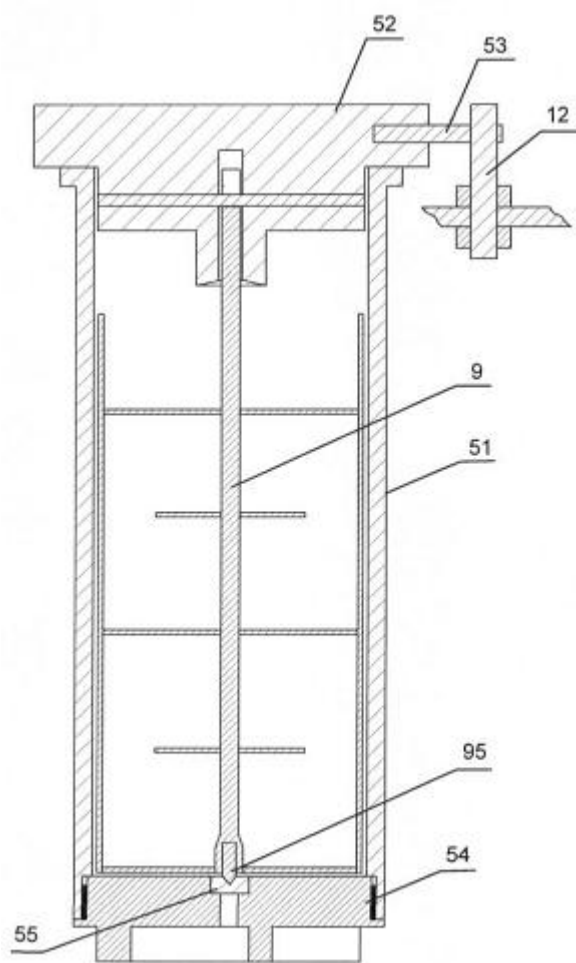


Fig. 5

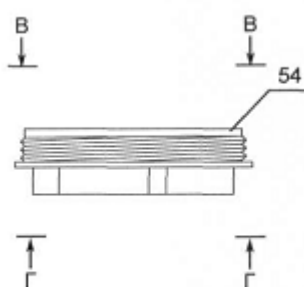


Fig. 6

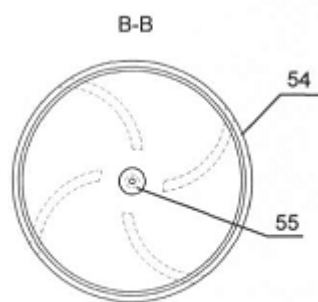


Fig. 7

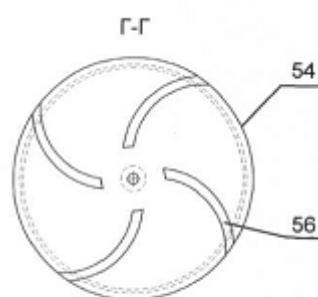


Fig. 8

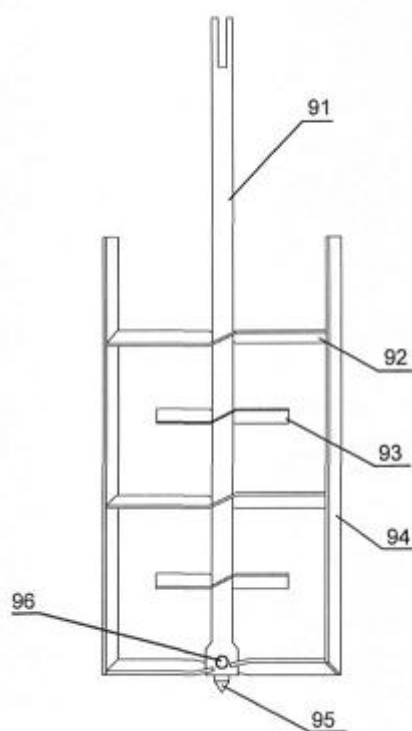


Fig. 9

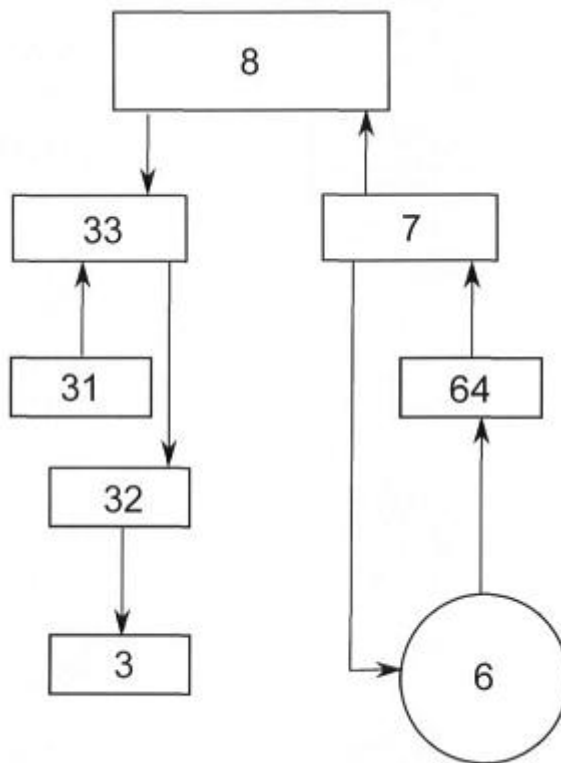


Fig. 10