



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **122335**

(13) **C2**

(51) МПК

**H02G 7/16** (2006.01)

**G01B 11/06** (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

(21) Номер заявки: **а 2017 11637**

(22) Дата подання заявки: **28.11.2017**

(24) Дата, з якої є чинними  
права інтелектуальної  
власності: **27.10.2020**

(41) Публікація відомостей  
про заявку: **10.06.2019, Бюл.№ 11**

(46) Публікація відомостей  
про державну  
реєстрацію: **26.10.2020, Бюл.№ 20**

(72) Винахідник(и):

**Савченко Олександр Анатолійович (UA),  
Мороз Олександр Миколайович (UA),  
Мірошник Олександр Олександрович  
(UA),  
Черемісін Микола Михайлович (UA),  
Дюбко Станіслав Вікторович (UA)**

(73) Володілець (володільці):

**Савченко Олександр Анатолійович,  
вул. К. Лібкнехта, 11, с. Високий,  
Харківський р-н, Харківська обл., 62459 (UA)**

(56) Перелік документів, взятих до уваги  
експертизою:

US 2014174170 A1, 26.06.2014  
RU 2614988 C1, 03.04.2017  
EP 2098450 A1, 09.09.2009  
RU 2098904 C1, 10.12.1997  
SU 1418839 A1, 23.08.1988  
RU 2409881 C2, 20.01.2011  
CN 105549016 A, 04.05.2016  
CN 105762749 A, 13.07.2016  
WO 2006123977 A1, 23.11.2006

**(54) ПРИСТРІЙ ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ХАРАКТЕРИСТИК ОЖЕЛЕДЕ-ПАМОРОЗЕВОГО  
ВІДКЛАДЕННЯ НА ПРОВІДІ, ГРОЗОЗАХИСНОМУ ТРОСІ АБО КАБЕЛІ ПОВІТРЯНОЇ ЛІНІЇ  
ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ**

**(57) Реферат:**

Пристрій дистанційного контролю характеристик ожеледе-паморозевого відкладення на проводі, грозозахисному тросі або кабелі повітряної лінії електропередавання належить до електроенергетики. Пристрій містить засіб для кріплення на контрольованому елементі лінії та корпус, всередині якого розміщено модуль живлення, приймально-передавальний модуль та модуль електроніки з обробки даних вимірювання, та додатково містить щонайменше один ультразвуковий давач контролю товщини відкладення, який закріплено безпосередньо на поверхні контрольованого елемента лінії. Додатково може мати щонайменше одну пару "випромінювач-приймач" ультразвукових коливань, які закріплені на поверхні контрольованого елемента лінії. Технічним результатом є зниження ступеня впливу конструктивних елементів пристрою на умови утворення відкладення в точці контролю, підвищення точності вимірювання товщини відкладення в умовах галопування, вібрацій контрольованого елемента лінії, та контроль швидкості розповсюдження ультразвуку у відкладенні сприяє підвищенню точності визначення його розмірів, а також забезпечує ідентифікацію його виду.

**UA 122335 C2**

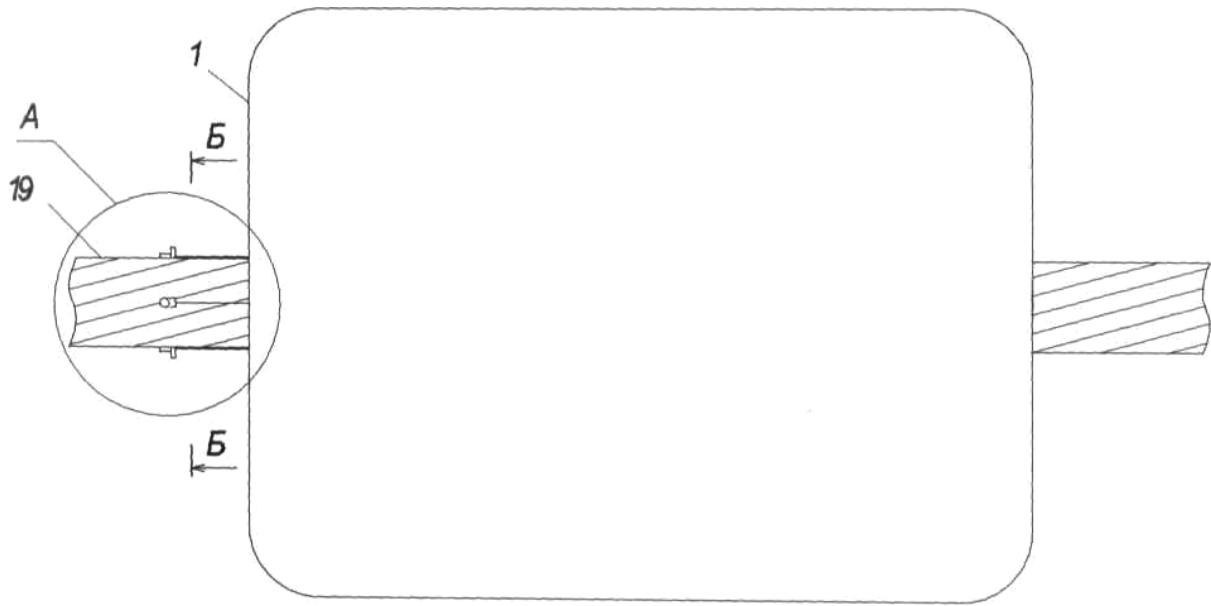


Fig. 2

Винахід належить до електроенергетики і призначений для дистанційного контролю факту наявності та характеристик ожеледе-паморозевого відкладення (ОПВ) на проводі, грозозахисному тросі або кабелі повітряної лінії електропередавання (ПЛ) в режимі реального часу. До контрольованих характеристик належать товщина та вид ОПВ. Винахід може

5 використовуватись в системах очищення проводів, грозозахисних тросів або кабелів ПЛ від ОПВ для автоматичної сигналізації про початок утворення відкладень та контролю їх характеристик в режимі реального часу.

На даний час запропонована значна кількість пристроїв для контролю характеристик ожеледе-паморозевих відкладень, зокрема їх товщини та виду, в яких використовуються різні

10 технології.

Відомий пристрій для контролю характеристик ОПВ на проводах ПЛ [А. с. СССР № 1418839, МКИ H02G 7/16. Устройство для обнаружения и контроля наличия гололеда на воздушных линиях /Черемисин Н.М., Казак В.И., Зубко В.М., Бабенко П.Г., Сериков С.А. Опубл. 23.07.1988 г., Бюл. № 31], до функціональних можливостей якого входить визначення величини відкладень

15 на проводі на основі тривалості їх пробного плавлення.

Недоліком даного пристрою є низька точність визначення величини відкладень, що пов'язано з можливістю однакового часу пробного плавлення ОПВ різних розмірів при їх різних щільностях (різних видах відкладень), відсутність можливості визначення товщини відкладень

на проводі в декількох радіальних напрямках (форми відкладень) та виду ОПВ.

Відомі пристрої контролю товщини ожеледного відкладення на проводах ПЛ, принцип дії яких базується на використанні технології обробки зображень [Пат. CN 101430195 А Китайська Народна Республіка, МПК G06T 7/00, G01B 11/06. Метод визначення товщини льоду на

20 повітряних лініях електропередавання на основі технології обробки відеосигналу /Сан Фенг Жі, Хе Вонг, Фан Жі Кінг, опубл. 13.05.2009 р.]. Основними недоліками подібних пристроїв є складність отримання чітких зображень проводу ПЛ в умовах поганої видимості (туман, опади), які є характерними під час утворення ОПВ.

В ряді пристроїв для контролю товщини ОПВ на проводі ПЛ пропонується використовувати ультразвуковий (УЗ) метод, наприклад [Пат. CN 102506780 В Китайська Народна Республіка, МПК G01B 17/02, G01S 11/14. Спосіб контролю обмерзання лінії електропередач /Вонг Ю Хен, опубл. 20.11.2013 р.; Пат. CN 102589618 А Китайська Народна Республіка, МПК G01D 21/02, G01B 17/02. Інтелектуальний метод моніторингу стану обмерзання проводів ліній електропередач /Хе Кінг, Лу Хі Фенг, Ду Донг Мей, опубл. 18.07.2012 р.]. В даних пристроях УЗ

30 перетворювачі пропонується закріплювати на деякій відстані від проводу. Товщина ОПВ визначається як різниця відстаней від перетворювача до поверхні проводу та від перетворювача до поверхні ОПВ. Недоліком даних пристроїв є ймовірність розміщення перетворювачів на шляху потоку повітря, який приносить переохолоджену атмосферну вологу, що може привести до суттєвого зниження точності вимірювань товщини ОПВ на проводі.

Вибраний як прототип пристрій [Пат. US 9078512 В2 Сполучені Штати Америки, МПК G01B 11/06, G01K 13/00, H01F 27/02, G01R 31/08, G01N 27/22, H01F 27/22, A46B 9/02, H01R 4/28, G01R 19/00, G01D 11/30, G01R 1/22, G01R 1/20, H01F 38/30, H02G 1/02, H04N 5/225, G01W 1/14. Портативний пристрій для вимірювання товщини льоду на проводах повітряних ліній електропередач з автономним живленням /Мюррей В. Девіс, опубл. 14.06.2015 р.] закріплюється на проводі ПЛ і має корпус, всередині якого розміщено модуль живлення, приймально-передавальний модуль та модуль електроніки для обробки даних вимірювання.

45 Пристрій дозволяє дистанційно контролювати товщину ОПВ в одній з точок на поверхні проводу в режимі реального часу за допомогою давача, який працює на основі лазерної триангуляції. Давач вимірювання товщини ОПВ розміщено в окремому корпусі, який кріпиться до основного корпусу пристрою за допомогою кронштейна. Давач має джерело лазерного випромінювання, яке направлене на поверхню проводу зверху вниз під деяким кутом до вертикальної осі.

50 Лазерний пучок, що відбивається від поверхні ОПВ, зміщується в залежності від товщини останнього. Зміщення пучка реєструється за допомогою світлочутливого елемента - CCD-матриці. За величиною зміщення лазерного пучка визначається товщина ОПВ.

Одним з недоліків даного пристрою є невдале розташування давача вимірювання товщини ОПВ, яке може впливати на умови утворення відкладень в точці контролю на проводі. Це пов'язано з можливістю розміщення даного елемента пристрою на шляху потоку повітря, який приносить переохолоджену атмосферну вологу, що може привести до суттєвого зниження товщини відкладення, наявного на проводі в точках, віддалених від місця закріплення пристрою, особливо у випадку намерзання шару льоду на поверхні корпусу згаданого давача і утворення захисного "зонта".

Іншим недоліком пристрою є вплив галопування, вібрацій проводу на точність визначення товщини ОПВ, оскільки при цьому провід зазнає просторового зміщення відносно давача вимірювання товщини відкладень.

До недоліків даного пристрою необхідно також віднести можливість контролю товщини ОПВ лише в одній з точок на поверхні проводу та відсутність функції встановлення виду ОПВ, що призводить до низької інформативності і, як наслідок, не дозволяє персоналу електричних мереж з високим ступенем достовірності оцінювати та прогнозувати поведінку елементів ПЛ в складних метеорологічних умовах. Так, наприклад, для підвищення точності розрахунку необхідного струму плавлення необхідною є інформація про товщину ОПВ в кожному з радіальних напрямків навколо проводу, а також про вид відкладень, що не дозволяє отримати даний пристрій.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення пристрою дистанційного контролю характеристик ожеледе-паморозевого відкладення на проводі, грозозахисному тросі або кабелі ПЛ на основі використання ультразвукових давачів товщини відкладення, які закріплюються безпосередньо на поверхні контрольованого елемента лінії, що дозволяє зменшити ступінь впливу конструктивних елементів пристрою на умови утворення ОПВ в точках контролю, підвищити точність визначення товщини відкладень в умовах галопування, вібрацій контрольованого елемента, забезпечити можливість контролю товщини відкладень в декількох радіальних напрямках і в результаті покращити якісні та кількісні показники отримуваної інформації.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій дистанційного контролю характеристик ОПВ, який має засіб для кріплення на проводі, грозозахисному тросі або кабелі ПЛ та корпус, всередині якого розміщено модуль живлення, приймально-передавальний модуль, та модуль електроніки з обробки даних вимірювання, згідно з винаходом, оснащено щонайменше одним ультразвуковим давачем контролю товщини відкладення, який закріплено безпосередньо на поверхні контрольованого елемента лінії.

Винахід має розвиток, який полягає у оснащенні зазначеного пристрою дистанційного контролю характеристик ОПВ щонайменше однією парою "випромінювач-приймач" УЗ сигналу, яка забезпечує контроль швидкості розповсюдження ультразвуку у відкладенні і, на основі цього, більш точно визначення товщини ОПВ та ідентифікацію його виду.

Розміщення УЗ давача товщини ОПВ, який має незначні розміри, безпосередньо на проводі, грозозахисному тросі або кабелі ПЛ, на деякій відстані від корпусу пристрою, знижує ступінь впливу конструктивних елементів пристрою на умови утворення відкладень в точці контролю, а отже дозволить з більшою точністю визначати розмір відкладення, наявного на проводі в точках, віддалених від місця закріплення пристрою.

Жорсткий зв'язок у системі "контрольований елемент лінії - давачі товщини ОПВ" забезпечує високу точність вимірювань в умовах галопування, вібрацій контрольованого елемента.

Використання декількох УЗ давачів, рівномірно закріплених на поверхні проводу (або грозозахисного тросу чи кабеля) в одному з його поперечних перерізів, забезпечить можливість контролю процесу наростання відкладень в декількох радіальних напрямках, а отже унеможливить випадки неефективної роботи пристрою при появі односторонніх видів відкладень, дозволить підвищити точність розрахунку параметрів режиму плавлення ОПВ.

Додаткове оснащення пристрою щонайменше однією парою "випромінювач-приймач" УЗ коливань дозволить вимірювати швидкість розповсюдження ультразвуку у відкладенні в кожному конкретному випадку, а значить забезпечити необхідну точність визначення товщини ОПВ. Окрім цього, за величиною швидкості розповсюдження УЗ коливань може бути ідентифіковано вид відкладення та його щільність, що також дозволить підвищити точність розрахунку параметрів режиму плавлення ОПВ.

Нижче як приклад реалізації винаходу з урахуванням варіанта його розвитку описано пристрій для дистанційного контролю характеристик ОПВ на проводі ПЛ, оснащений чотирма ультразвуковими давачами товщини відкладення та чотирма парами "випромінювач-приймач" для визначення швидкості розповсюдження ультразвуку у відкладенні.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, на яких враховано варіант його розвитку. На кресленнях зображено: на фіг. 1 - функціональна схема пристрою; на фіг. 2 - головний вигляд пристрою та ультразвукових давачів товщини відкладення і випромінювачів, що закріплені на поверхні проводу ПЛ; на фіг. 3 - виносний елемент А, вказаний на фіг. 2, на якому у збільшеному вигляді наведено ультразвукові давачі товщини відкладення і випромінювачі, що закріплені на поверхні проводу; на фіг. 4 - розріз Б-Б, вказаний на фіг. 2, у збільшеному вигляді.

Корпус пристрою 1, всередині якого розміщено модуль живлення 2, приймально-передавальний модуль 3, що з'єднаний з антеною 5, та модуль електроніки з обробки даних вимірювання 4, закріплено на проводі 19 ПЛ. На певній відстані  $l$  від корпусу пристрою 1 на поверхні проводу в одному з його поперечних перерізів рівномірно закріплені ультразвукові давачі товщини ОПВ 6-9, які забезпечують вимірювання розмірів відкладень в чотирьох радіальних напрямках (наприклад, розмірів  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ , та  $b_4$  відкладення неправильної форми 20), та ультразвукові випромінювачі 10-13, що орієнтовані паралельно до осі проводу в напрямку відповідних приймачів ультразвуку 14-17, які змонтовані в корпусі 1 пристрою. Давачі товщини відкладення та випромінювачі ультразвукового сигналу з'єднані з модулем електроніки з обробки даних вимірювання за допомогою проводів 18, що закріплені на поверхні проводу.

Пристрій працює таким чином.

У випадку виникнення метеоумов, за яких можливе утворення ОПВ, з диспетчерського пункту надходить команда переходу пристрою з режиму очікування в режим вимірювання характеристик ОПВ, яка приймається приймально-передавальним модулем 3. У випадку, якщо пристрій оснащено давачами метеопараметрів (наприклад, температури та вологості повітря), то команда про перехід в режим вимірювання характеристик ОПВ може формуватись модулем електроніки з обробки даних вимірювання 4 пристрою. В режимі вимірювання характеристик ОПВ до давачів товщини відкладення 6-9 по проводах 18 надходять електричні імпульси, які викликають у давачах ультразвукові коливання незначної тривалості, що розповсюджуються у радіальному напрямку від поверхні проводу. У випадку відсутності на проводі ПЛ ожеледного відкладення ультразвукові коливання не мають можливості відбитися від його зовнішньої стінки і повернутись назад до давача, відповідно у модулі 4 формується сигнал "Ожеледь відсутня". Як тільки хоча б на одній зі сторін проводу утворюється ОПВ, ультразвукові коливання, сформовані у давачі 6, 7, 8 або 9, відбиваються від зовнішньої стінки відкладення, повертаються у відповідний давач, де перетворюються в електричний імпульс, який по проводах 18 надходить у модуль електроніки з обробки даних вимірювання. Після цього в даному модулі формується сигнал "Ожеледь на проводі" і визначаються періоди часу  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  та  $t_4$ , протягом яких ультразвукові коливання пройшли шлях від відповідного давача 6, 7, 8 або 9 до зовнішньої стінки ОПВ 20 та повернулись назад. Для забезпечення точності вимірювання електричні імпульси до давачів 6, 7, 8 та 9 повинні надходити неодноразово, з деяким часовим зсувом.

Після формування сигналу "Ожеледь на проводі" в модулі електроніки 4 починають вироблятися електричні імпульси, які по проводах 18 подаються по чергові до випромінювачів 10-13 (з деяким часовим зсувом), які перетворюються в ультразвукові коливання. Останні проходять відрізок довжиною  $l$  від одного з випромінювачів 10, 11, 12 або 13 до відповідного приймача 14, 15, 16 або 17 через ожеледне відкладення, яке утворилось на одній або декількох сторонах проводу. У приймачах 14-17 ультразвуковий сигнал перетворюється в електричний імпульс, який надходить до модуля електроніки з обробки даних вимірювання 4. На основі часу проходження ультразвуку  $t_{B-P_i}$ , від  $i$ -го випромінювача до відповідного приймача визначається

швидкість його розповсюдження у даному відкладенні

$$c_i = \frac{l}{t_{B-P_i}} \quad (1)$$

Якщо ОПВ утворилось на декількох сторонах проводу, то за розрахунком приймається середнє значення швидкості

$$c_{\text{серед}} = \frac{c_1 + c_2 + c_3 + c_4}{4} \quad (2)$$

Оскільки швидкість розповсюдження ультразвуку в ОПВ залежить від його щільності [Лебедев Г.А. Распространение электромагнитных и акустических волн в морском льду. /Г.А. Лебедев, К.К. Сухоруков. - СПб.: Гидрометеиздат, 2001. - 82 с.], то за нею може бути визначено вид відкладення.

Після цього в модулі електроніки з обробки даних вимірювання розраховуються товщини відкладення в кожному з радіальних напрямків

$$b_i = \frac{c_{\text{серед}} \cdot t_i}{2} \quad (3)$$

Далі інформація про ожеледну обстановку на ПЛ (сигнал "Ожеледь відсутня" або "Ожеледь на проводі", у випадку наявності ожеледі на проводі - вид ОПВ, товщина відкладення в кожному з радіальних напрямків  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_4$ ) передається за допомогою приймально-передавального

пристрою 3 на диспетчерський пункт. Процес вимірювання та передавання даних повторюється з певною періодичністю (наприклад, 5 хвилин).

У випадку, якщо ОПВ опадає з проводу природнім шляхом або внаслідок проведення його плавлення, зворотній електричний імпульс від датчиків 6-9 зникає. В такому випадку в модулі електроніки з обробки даних вимірювання 4 формується сигнал "Ожеледь відсутня", який передається на диспетчерський пункт.

У випадку зникнення метеоумов, за яких можливе утворення ОПВ, пристрій переходить у режим очікування.

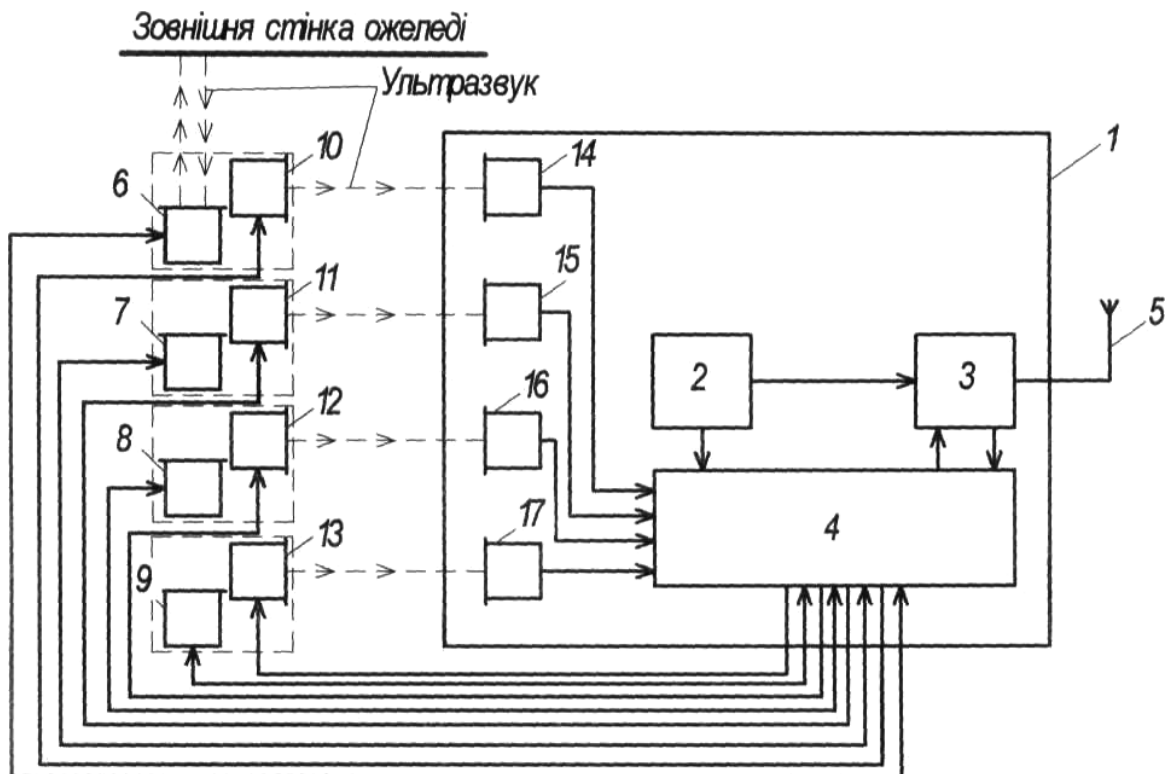
Таким чином, отримані від пристрою дані дозволяють персоналу електричних мереж контролювати моменти виникнення та зникнення ОПВ, його форму, розміри та щільність (вид), що забезпечить більш точне визначення необхідних параметрів режиму плавлення відкладень і, як наслідок, сприятиме зниженню кількості неефективних плавлень.

Наведений опис пристрою призначений для розуміння його будови та принципу дії і не повинен розцінюватись як такий, що встановлює однозначні обмеження. Обсяг правової охорони даного винаходу визначається на основі його формули.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Пристрій дистанційного контролю характеристик ожеледе-паморозевого відкладення на проводі, грозозахисному тросі або кабелі повітряної лінії електропередачі, що містить засіб для кріплення на контрольованому елементі лінії та корпус, всередині якого розміщено модуль живлення, приймально-передавальний модуль та модуль електроніки з обробки даних вимірювання, який **відрізняється** тим, що додатково містить щонайменше один ультразвуковий датчик контролю товщини відкладення, який виконано з можливістю безпосереднього закріплення на поверхні контрольованого елемента лінії.

2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що додатково містить щонайменше одну пару "випромінювач-приймач" ультразвукових коливань, що виконана з можливістю визначення швидкості розповсюдження ультразвуку в ожеледе-паморозевому відкладенні та з можливістю закріплення її на поверхні контрольованого елемента лінії.



Фіг. 1

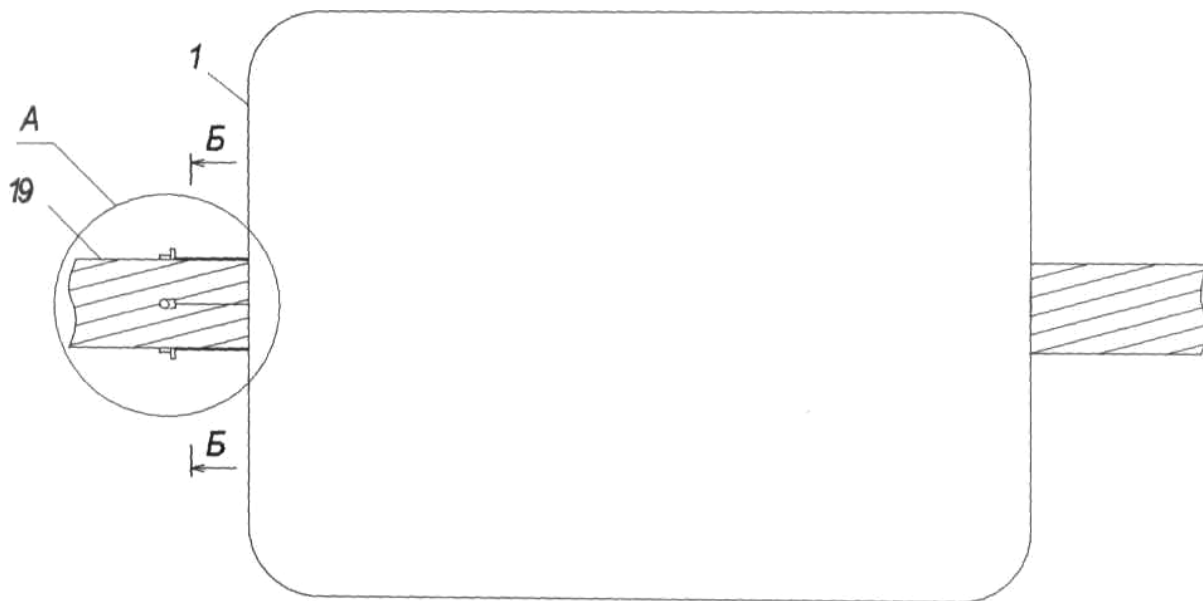


Fig. 2

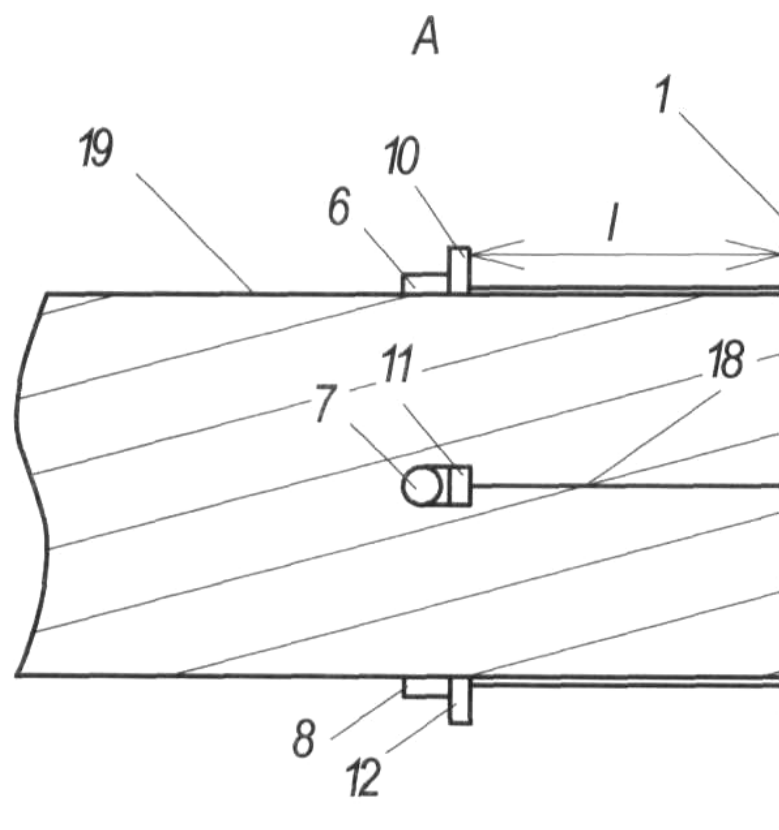
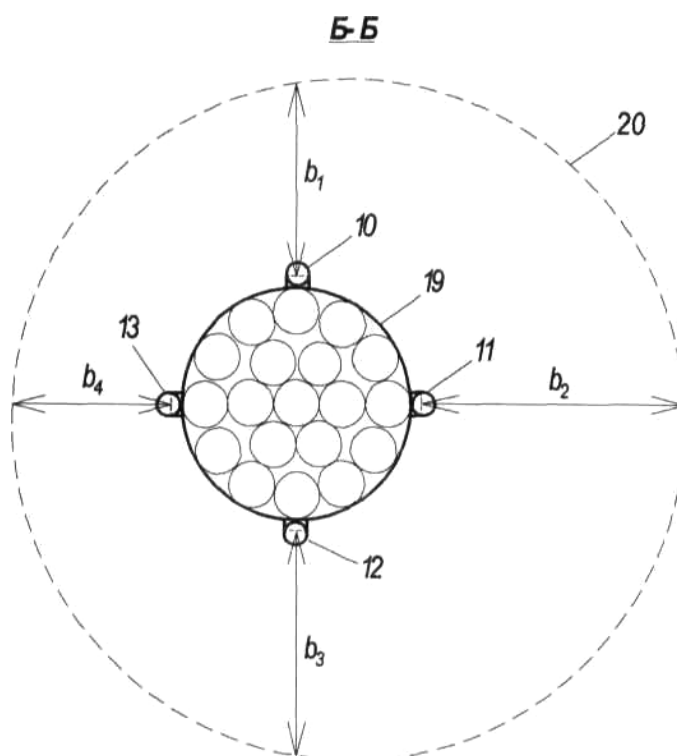


Fig. 3



**Фиг. 4**