



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108831** (13) **C2**  
(51) МПК (2015.01)**G01N 21/00****G01N 21/17** (2006.01)**G01N 21/85** (2006.01)**G01N 33/02** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2015 01325</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Кудрявцев Сергій Володимирович (UA),</b> <b>Росляков Сергій Миколайович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>17.02.2015</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ</b> <b>ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ПРОМ-ОПЕКС",</b> вул. Олександра Матросова, 20, м. Чернівці, 58001 (UA)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>10.06.2015</b>	<b>(74)</b> Представник: <b>Низова Інна Олександрівна, реєстр.</b> <b>№373</b>
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>27.04.2015, Бюл.№ 8</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: SU 798565, 23.01.1981 SU 1341555 A1, 30.09.1987 SU 1191792 A, 15.11.1985 RU 2228522 C1, 10.05.2004 SU 1479521 A1, 15.05.1989 JPH 0989767 A, 04.04.1997
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.06.2015, Бюл.№ 11</b>	

**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ КРИСТАЛІВ ЦУКРУ В УТФЕЛЯХ****(57) Реферат:**

Винахід належить до пристроїв для контролю концентрації кристалів цукру при уварюванні утфелів. Пристрій включає корпусну частину з оптичними вікнами, джерело світлового випромінювання, блок обробки світлового сигналу з фотоприймачами. Згідно з винаходом, корпусна частина виконана герметично закритою порожнистою з заглибленням, в якому оптичні вікна розміщені на протилежних стінках заглиблення паралельно один одному. Джерело світлового випромінювання встановлено всередині корпусної частини навпроти однієї із сторін заглиблення на одній оптичній осі із оптичними вікнами, а навпроти іншої сторони заглиблення всередині корпусної частини на одній оптичній осі із оптичними вікнами розміщений світловод, встановлений з можливістю передачі світлового сигналу в блок обробки світлового сигналу. Даний блок включає диспергуючий елемент і щонайменше один фотоприймач, при цьому корпусна частина виконана з можливістю занурення в утфель. Технічний результат: підвищення ефективності пристрою за рахунок підвищення точності та швидкості вимірювання показників кристалоутворення протягом всього технологічного процесу виварювання утфелю.

UA 108831 C2

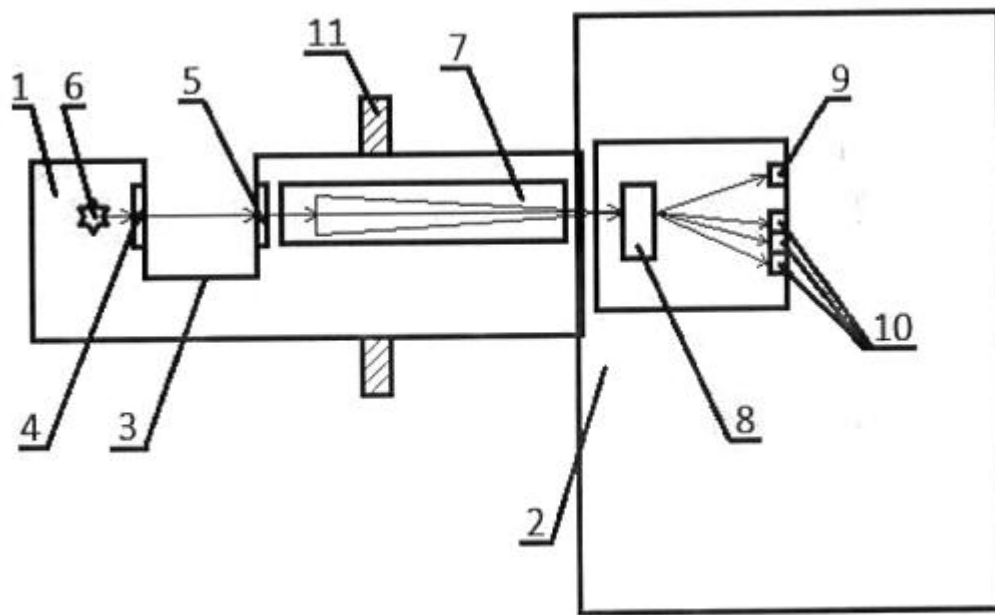


Fig. 1

Винахід належить до цукрового виробництва і призначений для контролю концентрації кристалів при уварюванні цукрових утфелів та може бути використаний для автоматичного керування технологічним процесом отримання кристалічного цукру в вакуум-апаратах.

В процесі переведу сахарози з рідкої фази в тверду, який виконується в промислових вакуум-апаратах, на певному етапі технологічного процесу здійснюють нагрівання сиропу та уварювання його до стану перенасичення з подальшою кристалізацією складної полідисперсної сполуки - цукрового утфелю. Для ефективного керування цим процесом потрібно своєчасно і в необхідній кількості подавати в апарат сироп. Для цього необхідно здійснювати контроль за станом кристалів в утфелі на різних етапах кристалізації. Наприклад, якщо додати занадто швидко і багато сиропу, то кристали частково розчиняються. І навпаки, затримка з введенням сиропу призводить до утворення шкідливих, нових мікрокристалів.

Із рівня техніки відомі пристрої, що відображають стан кристалоутворення в утфелях, в яких вимірюються різні побічні показники насиченого цукрового розчину, що опосередковано характеризують певний стан процесу.

Наприклад, відомий пристрій для опосередкованого визначення необхідної концентрації кристалів цукру по щільності маси продукту за допомогою використання ультразвукових коливань (див. опис до а.с. № 706447, заявка № 2641296, дата подання заявки 29.05.1978 р., індекс МПК C13G 1/06, опубл. 30.12.1979 р.).

Також, відомий пристрій для контролю перенасиченості міжкристалічного розчину утфелів розрахунковим способом на основі вимірювання в'язкості розчину, який наведений в описі до патенту Російської Федерації на винахід № 2099702 (заявка № 95120300, дата подання заявки 29.11.1995 р., індекс МПК G01N 33/02, C13F1/02, опубл. 20.12.1997 р.).

Також, відомий пристрій для визначення масової частки кристалів в утфелях цукрового виробництва, за допомогою якого здійснюється високочастотний вимір загального тангенса кута втрат в утфелі при частоті змінного струму 8-27 МГц з одночасним вимірюванням ефективної в'язкості утфелю. Розрахунок масової частки кристалів здійснюють з урахуванням вимірних величин за розрахунковою (опис до патенту Російської Федерації на винахід № 2167942, заявка № 99122617, дата подання заявки 26.10.1999 р., індекс МПК G01N 33/02, C13F1/02, опубл. 27.05.2001 р.).

Відомий пристрій для вимірювання щільності міжкристалічного соку утфелю в варильних печах за допомогою використання заломлення світла в середовищі, на основі чого роблять висновки про процес кристалізації в утфелях (див. опис до охоронного документа Республіки Польща № 297025, дата подання заявки 16.12.1992 р., індекс МПК G01N 21/41, G01N 9/24, опубл. 06.09.1993 р.).

Існуючі пристрої вимірювання концентрації кристалів цукру в утфелях, що засновані на вимірюванні непрямих показників (в'язкість, низькочастотна провідність, провідність в СВЧ-діапазоні і т.і.) не визначають величину наповненості кристалами утфелю з великою точністю та не представляють повну картину кристалоутворення у процесі виварювання вихідного продукту. Використання контролюючих вимірювальних пристроїв по похідних показниках не дозволяє ефективно автоматизувати процес утворення кристалічного цукру, бо не уможливорює здійснювання контролю розвитку кристалистої маси у першій половині варки. Стабілізація процесу здійснюється по похідних показниках, що знижує точність вимірювання та може привести до негативного ходу кристалізації, що призводить до необхідності втручання оператора в процес кристалізації.

Найбільш близьким по технічній суті і технічному результату, що досягається, є пристрій контролю процесів кристалоутворення в цукрових утфелях, що наведений в описі до авторського свідоцтва СРСР № 798565 (заявка № 2682123, дата подання заявки 04.11.1978 р., індекс МПК G01N 21/85, опубл. 23.01.1981 р.).

Відомий пристрій працює на принципі контролю кристалоутворення, який здійснюють по вимірюванню інтенсивності двох дифузно відбитих світлових потоків. Конструктивно пристрій включає корпусну частину з оптичними вікнами для проходження світлового променя, джерело світлового випромінювання, блок обробки світлового сигналу з фотоприймачами. Корпусна його частина приєднується до вакуум-апарата за допомогою фланців, і подана у вигляді циркуляційної труби, в яку відбирається для дослідження утфель з вакуум-апарата за допомогою насоса з електродвигуном. Труба оснащена охолоджувальною сорочкою. Труба, в місцях до встановлення охолоджувальної сорочки та в місцях після встановлення охолоджувальної сорочки, оснащена оптичними вікнами, поряд з кожним з них встановлене джерело світлового випромінювання та фотоприймач, з'єднаний з блоком обробки світлового сигналу. Пониження температури розчину, що знаходиться у метастабільному стані, призводить до збільшення його перенасичення та збільшення вірогідності утворення у ньому кристалічних

зародків. При заданій швидкості циркуляції розчину по контуру здійснюється "випередження" процесу уварювання утфелю в вакуум-апараті по пересиченню. В критичний момент уварювання, коли в вакуум-апараті перенасичення піднімається до межі метастабільної зони, у контурі "випередження" в районі фотоприймача, в результаті досягнення цієї межі виникають кристалічні центри. В вакуум-апараті мимовільне кристалоутворення починається 3-10 хвилини після цього. У відомому пристрої на фотоприймачі направляють тільки дифузно відбиті світлові промені від об'єкта контролю - утфелю, розміщуючи джерела випромінювання у площинах, кути яких відносно нормалі з оптичних вікон відрізняються 5-80°. При появі кристалів у розчині з'являється різниця в сигналах від двох фотоприймачів, по значенні якої судять про концентрацію кристалів у розчині. Наперед задана величина сигналу по "борошну" визначає момент заведення кристалів в апарат.

Головний недолік відомого пристрою це те, що для вимірювання параметрів утфелю за його допомогою проводиться при відборі проби утфелю з вакуум-апаратів, при цьому готується ця проба за допомогою охолодження. Відбір та охолодження проби потребує складної конструкції з застосуванням додаткових приладів (насосів, двигунів), що свідчить про те, що конструкція складна та громіздка. Внаслідок того, що вимірювання проводяться поза вакуум-апаратом, виникає затримка у вимірах в пробі утфелю, що негативно впливає на точність вимірювання та, при складності динамічного процесу кристалоутворення, може привести до виникнення небажаних незворотних процесів в вакуум-апаратах.

У відомому пристрої використовується вимірювання параметрів відбитого світла. Внаслідок того, що в відбите світло потрапляють промені, які відбилися також і від стінок корпусної частини - труби з утфелем, величина світла, яка відбилася від кристалів цукру, надходить на фотоприймачі у спотвореному вигляді, що негативно впливає на точність вимірювання. Це особливо важливо в початкових стадіях варіння цукру, коли кристалів ще дуже мало і інтенсивність відбитого світла від них в цей період багато менша, ніж паразитне відбите світло від деталей конструкції (труби з утфелем).

Кольорове забарвлення утфелю змінюється внаслідок термічного розкладання сахарози в процесі варки сиропу. Колір сиропу визначається наявністю в ньому сторонніх фарбувальних речовин, вміст яких залежить від якості сировини. Маючи на увазі те, що ці речовини частково поглинають відбите світло, а у відомому пристрої відбивається від утфелю світло з широким спектром, тому інтенсивність відбитого світла залежить від кольору утфелю. Внаслідок цього, точність контролю за кристалами цукру відомого пристрої знижена.

Крім того, дія відомого пристрою направлена на виявлення умов для можливого утворення вторинних кристалів ("борошна"), що є відправним моментом для керування процесів кристалоутворення в вакуум-апаратах, і не проводиться безперервний контроль росту основних кристалів цукру від моменту їх утворення до кінцевої фази.

Також, у відомому пристрої в охолоджувальній трубі утворюються паразитні кристали, які вводяться назад в апарат, тим самим погіршуючи якісні параметри утфелю.

Таким чином, відомий пристрій має недостатню точність і швидкість вимірювання показників кристалоутворення протягом всього технологічного процесу виварювання утфелю.

В основу винаходу поставлено задачу створення пристрою для вимірювання концентрації кристалів цукру в утфелі, в якому шляхом введення нових конструктивних елементів, виконання конструктивних елементів по новому створюються умови для вимірювання концентрації кристалів цукру в утфелі безпосередньо в вакуум-апаратах шляхом просвічування світловим випромінюванням насиченого цукрового розчину між конструктивними елементами пристрою, що занурюється в утфель, з виділенням світлової компоненти, що відповідає довжині хвилі світла, яка пройшла крізь кристал цукру, та її фіксації та аналізу, внаслідок чого значно підвищується точність і швидкість вимірювання показників кристалоутворення протягом всього технологічного процесу виварювання утфелю, що підвищує ефективність пристрою для вимірювання концентрації кристалів цукру в утфелі та дозволяє ефективно здійснювати технологічний процес в автоматичному режимі.

Задача, що ставиться, вирішується тим, що у пристрої для вимірювання концентрації кристалів цукру в утфелі, який включає корпусну частину з оптичними вікнами, джерело світлового випромінювання, блок обробки світлового сигналу з фотоприймачами, новим є те, корпусна частина виконана герметично закритою порожнистою з заглибленням, в якому оптичні вікна розміщені на протилежних стінках заглиблення паралельно один одному, джерело світлового випромінювання встановлено всередині корпусної частини навпроти однієї із сторін заглиблення на одній оптичній осі із оптичними вікнами, а навпроти іншої сторони заглиблення всередині корпусної частини на одній оптичній осі із оптичними вікнами розміщений світловод, встановлений з можливістю передачі світлового сигналу в блок обробки світлового сигналу,

який включає диспергуючий елемент і щонайменше один фотоприймач із смугою сприйняття довжини світлової хвилі поглинання кристалами цукру, при цьому корпусна частина виконана з можливістю занурення в утфель.

Також новим є те, що блок обробки світлового сигналу додатково включає щонайменше один фотоприймач із смугою сприйняття поза довжиною світлової хвилі поглинання кристалами цукру.

Між сукупністю суттєвих ознак винаходу, що заявляється, і технічним результатом, що досягається, існує наступний причинно-наслідковий зв'язок.

Виконання корпусної частини з можливістю занурення в утфель герметично закритою порожнистою з заглибленням, розміщення оптичних вікон на протилежних стінках заглиблення паралельно один одному, встановлення джерела світлового випромінювання всередині корпусної частини навпроти однієї із сторін заглиблення на одній оптичній осі із оптичними вікнами, розміщення світловоду навпроти іншої сторони заглиблення всередині корпусної частини на одній оптичній осі із оптичними вікнами, та встановлення світловоду з можливістю передачі світлового сигналу в блок обробки світлового сигналу, забезпечує здійснення вимірювання концентрації кристалів цукру в утфелі безпосередньо в вакуум-апараті, де проходить процес кристалоутворення, що максимально підвищує швидкість і точність вимірювання.

Точність вимірювання обумовлюється здійсненням прямого оптичного дослідження безпосередньо піддослідного середовища.

До складу світла, що випромінюється джерелом світлового випромінювання, входять монохроматичні хвилі з різними значеннями довжин. У випромінюванні нагрітого тіла (джерела випромінювання) довжини хвиль безперервно заповнюють весь діапазон інфрачервоних довжин хвиль світла. Світло, що проходить крізь насичений цукровий розчин, піддається змін, а саме здійснюється часткове поглинання деяких монохроматичних компонент випромінювання кристалами цукру. Чим більше поглинання, тим слабший світовий сигнал, що передається в блок обробки світлового сигналу, що відповідає більшій насиченості розчину кристалами.

У пропонованому пристрої вимірювання концентрації кристалів в утфелі здійснюється по послабленню світла на довжині світлових хвиль поглинання кристалами цукру, що фіксується по електричному сигналу з фотоприймача. Чисті кристали сахарози прозорі та безколіорові. В інфрачервоному спектрі поглинання виявлені смуги при 0,98; 1,44, 1,51; 1,58; 1,7 мкм ([optinfo.ru/author/?id=prop\\_sugar](http://optinfo.ru/author/?id=prop_sugar)).

Включення в блок обробки світлового сигналу диспергуючого елементу і, щонайменше одного фотоприймача із смугою сприйняття довжини світлової хвилі поглинання кристалами цукру, забезпечує виділення та сприйняття одним чи кількома фотоприймачами окремих монохроматичних складових виділеними значеннями довжин хвиль, що відповідають довжині хвилі поглинання кристалами цукру, створюючи "вимірювальний" електричний сигнал.

Включення в блок обробки світлового сигналу щонайменше одного фотоприймача із смугою сприйняття поза довжини світлової хвилі поглинання кристалами цукру, надає можливість отримати електричний сигнал "порівняння", який порівнюється з сигналом поглинання у смугі поглинання світла кристалами цукру. Порівняння цих двох сигналів можна здійснювати за допомогою різних способів, наприклад, за допомогою включення їх по мостовій схемі, чи підключивши до мікропроцесора.

Крім того, пропонований пристрій має незмінну високу точність вимірювання при зміні кольору утфелю. Це пояснюється тим, що зміна кольору цукрового розчину (при однаковій кількості кристалів у розчині) не впливає на результати вимірювання внаслідок того, що в цьому випадку здійснюється одночасна зміна "вимірювального" та "порівняльного" електричних сигналів від двох груп фотоприймачів при постійному їх співвідношенні.

Таким чином, використання в пристрої двох груп фотоприймачів, які відрізняються тим, що створюють електричні сигнали різного ступеня послаблення, дає змогу, за допомогою схем їх порівняння, підвищити точність та швидкість вимірювання, що дозволяє керувати процесом кристалоутворення в автоматичному режимі технологічного процесу.

Винахід пояснюється наведеними кресленнями, де на фіг. 1 - схематичне зображення пристрою для вимірювання концентрації кристалів цукру в утфелі; на фіг. 2 - зовнішній вигляд пристрою для вимірювання концентрації кристалів цукру в утфелі.

Пристрій для вимірювання концентрації кристалів цукру в утфелі в одному з можливих виконань винаходу має корпусну частину 1 з нержавіючого металу, яка виконана з можливістю занурення в утфель всередину вакуум-апарата (на кресленнях не показаний) та блок 2 обробки світлового сигналу, в якому розміщуються оптичні елементи та електронні компоненти для обробки світлового сигналу і перетворення його в електричні. Корпусна частина 1 виконана

герметично закритою порожнистою з заглибленням 3. На протилежних стінках заглиблення 3 паралельно один одному розміщені оптичні вікна 4, 5. Всередині корпусної частини 1 встановлено джерело 6 світлового випромінювання навпроти однієї із сторін заглиблення на одній оптичній осі із оптичними вікнами 4, 5. Навпроти іншої сторони заглиблення 3 всередині корпусної частини 1 на одній оптичній осі із оптичними вікнами 4, 5 розміщений світловод 7, встановлений з можливістю передачі світлового сигналу в блок 2 обробки світлового сигналу, в якому світловий сигнал перетворюється в електричний для подальшої передачі в блок керування процесом кристалоутворення (на кресленнях не показаний). Блок 2 обробки світлового сигналу включає диспергуючий елемент 8, за який можуть бути використані, наприклад, призматичний елемент, вузькосмуговий спектральний фільтр чи дифракційна решітка та т.і. Також блок 2 обробки світлового сигналу включає один фотоприймач 9 із смугою сприйняття довжини світлової хвилі поглинання кристалами цукру, наприклад 0,98 мкм або наприклад 1,44 мкм, та щонайменше один фотоприймач 10 із смугою сприйняття поза довжиною світлової хвилі поглинання кристалами цукру, наприклад, 0,95 чи 0,99 мкм або, наприклад, 1,4 мкм чи 1,47 мкм. На корпусній частині 1 встановлений фланець 11 для кріплення до вакуум-апарата (на кресленнях не показаний).

Пристрій для вимірювання концентрації кристалів цукру в утфелі, що заявляється, працює наступним чином.

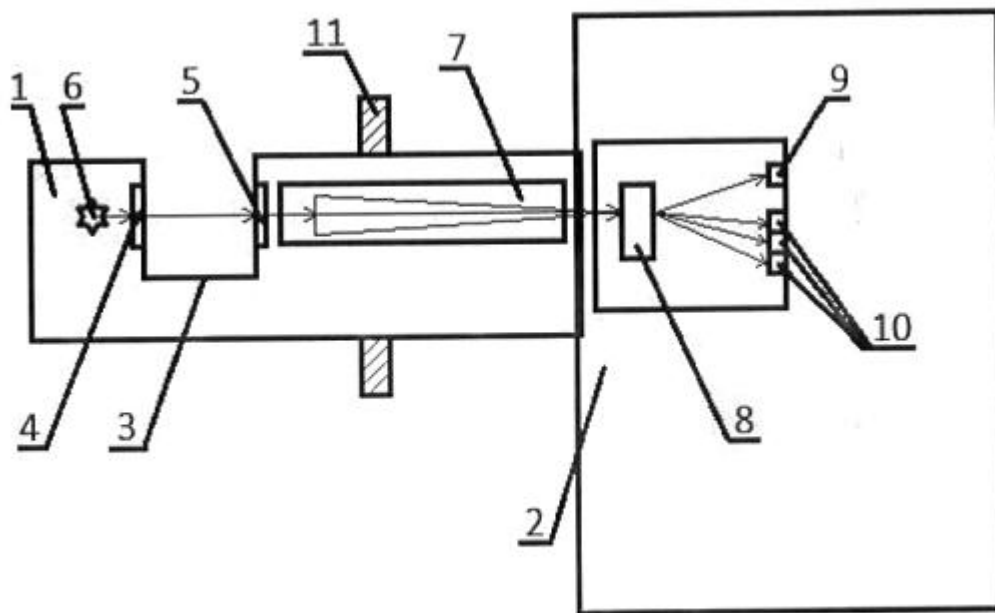
Пристрій за допомогою фланця 11 прикріплюють до вакуум-апарата, ізолюючи від зовнішнього середовища та занурюючи всередину нього герметично закриту порожнисту корпусну частину 1. Починають процес виварювання насиченого розчину цукру. При цьому здійснюють випромінювання з джерела 6 світлового випромінювання. Промені світла від нього проходять крізь оптичні вікна 4, 5, які встановлені на протилежних стінках заглиблення 3 корпусної частини 1. При цьому промені світла проходять крізь утфель між оптичними вікнами 4, 5. Далі промені світла потрапляють в світловод 7, який доставляє світло в блок 2 обробки світлового сигналу. За допомогою диспергуючого елементу 8 блока 2 обробки світлового сигналу здійснюється розділення світлового потоку на спектральні компоненти з різною довжиною хвилі, які вибірково, наприклад з довжиною хвилі 1,44 мкм, сприймаються фотоприймачем 9, та, наприклад з довжиною хвилі 1,40 мкм, сприймаються фотоприймачем 10, в яких світлові сигнали перетворюються в електричні, і в обробленому вигляді (за допомогою використання схем порівняння чи мікропроцесора) з блока 2 обробки світлового сигналу передаються в блок управління процесом кристалізації.

Пристрій для вимірювання концентрації кристалів цукру в утфелі, що заявляється, може бути виготовлений на відомому устаткуванні, з використанням відомих комплектуючих, матеріалів і технологій, що підтверджує промислову придатність об'єкта.

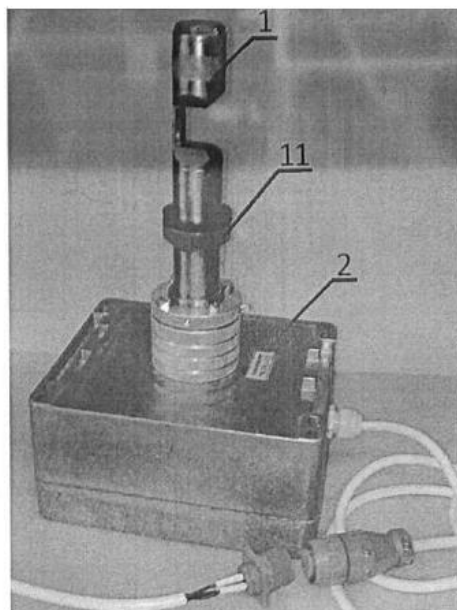
#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Пристрій для вимірювання концентрації кристалів цукру в утфелі, який включає корпусну частину з оптичними вікнами, джерело світлового випромінювання, блок обробки світлового сигналу з фотоприймачами, який **відрізняється** тим, що корпусна частина виконана герметично закритою порожнистою та з заглибленням, в якому оптичні вікна розміщені на протилежних стінках заглиблення паралельно один одному, джерело світлового випромінювання встановлено всередині корпусної частини навпроти однієї із сторін заглиблення на одній оптичній осі із оптичними вікнами, а навпроти іншої сторони заглиблення всередині корпусної частини на одній оптичній осі із оптичними вікнами розміщений світловод, встановлений з можливістю передачі світлового сигналу в блок обробки світлового сигналу, який включає диспергуючий елемент і щонайменше один фотоприймач із смугою сприйняття довжини світлової хвилі поглинання кристалами цукру, при цьому корпусна частина виконана з можливістю занурення в утфель.

2. Пристрій для вимірювання концентрації кристалів цукру в утфелі за п. 1, який **відрізняється** тим, що блок обробки світлового сигналу додатково включає щонайменше один фотоприймач із смугою сприйняття поза довжиною світлової хвилі поглинання кристалами цукру.



Фиг. 1



Фиг. 2

---

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601