



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 109842

(13) C2

(51) МПК

C13B 30/02 (2011.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

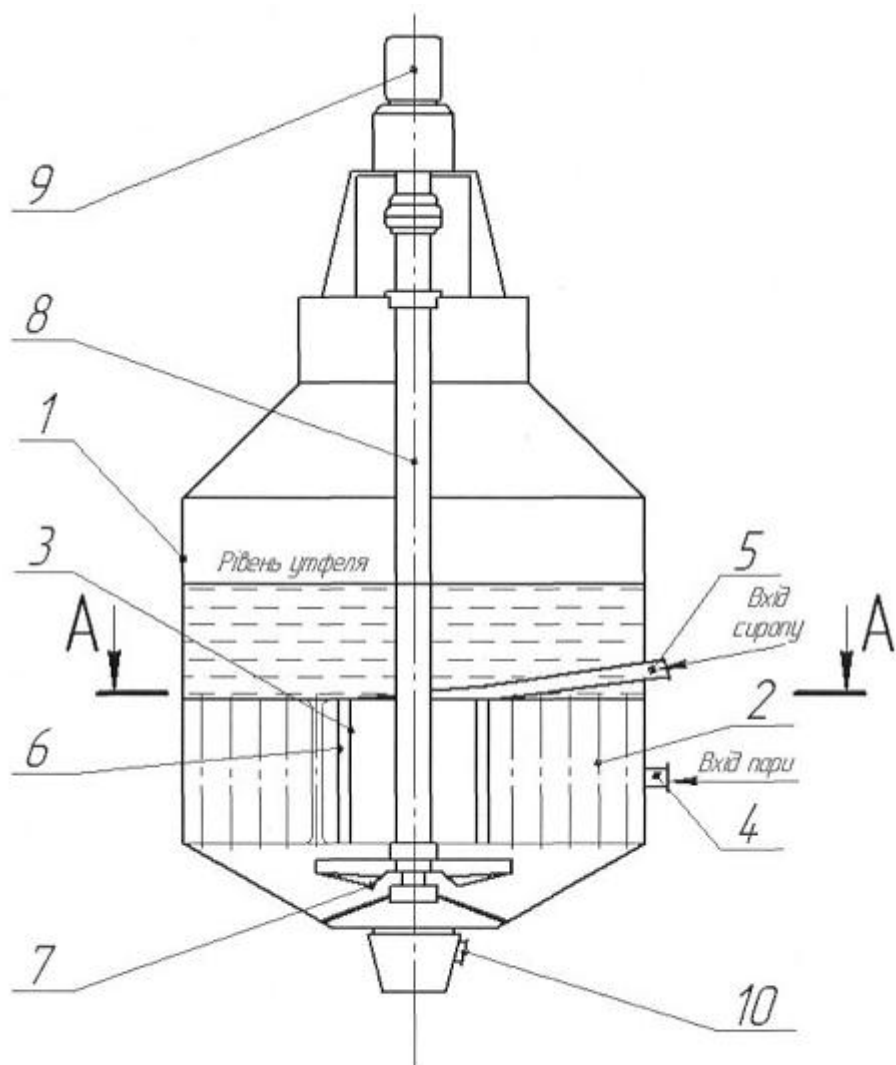
(21) Номер заявки:	а 2014 06499	(72) Винахідник(и):	Пономаренко Віталій Васильович (UA), Люлька Дмитро Миколайович (UA), Мирончук Валерій Григорович (UA), Атрощенко Дмитро Олександрович (UA)
(22) Дата подання заявки:	11.06.2014	(73) Власник(и):	НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Володимирська, 68, м. Київ-33, 01601 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	12.10.2015	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA 75308 U, 26.11.2012 DE 3621894 A1, 14.01.1988 UA 37859 A, 15.05.2001 UA 102324 C2, 25.06.2013 SU 859446 A, 30.08.1981 Гребенюк С.М. Технологическое оборудование сахарных заводов/ С.М. Гребенюк. - М.: Легкая и пищевая промышленность. 1983. - С. 322-329
(41) Публікація відомостей про заяву:	12.01.2015, Бюл.№ 1		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	12.10.2015, Бюл.№ 19		

(54) ВАКУУМ-АПАРАТ ДЛЯ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ЦУКРУ

(57) Реферат:

Вакуум-апарат для кристалізації цукру виконаний у вигляді вертикального циліндричного корпусу, в нижній частині якого знаходиться підвісна гріюча камера з центральною циркуляційною трубою, кип'ятильними трубками, що встановлені в трубних решітках, патрубками підводу гріючої пари, відведення конденсату та неконденсованих газів, та встановленим в корпусі клапаном для спуску утфелю, а в верхній частині циліндричного корпусу розміщено вловлювач-сепаратор та патрубок відведення вторинної пари, причому концентрично циркуляційній трубі додатково встановлено трубу на 3-5 % більшого діаметра, що разом утворюють відкритий знизу кільцевий канал, причому додаткова труба герметично прикріплена до нижньої та верхньої трубних решіток, а верхні торці циркуляційної труби та додатково встановленої труби з'єднані та мають патрубок подачі розчину в кільцевий канал.

UA 109842 C2



Фіг. 1

Винахід належить до обладнання для кристалізації цукру при уварюванні цукрових розчинів.

Відомий вакуум-апарат для кристалізації цукру [Гребенюк С.М. Технологическое оборудование сахарных заводов. - 2-е изд., перераб. И дополнен. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983, с. 322-329], що виконаний у вигляді вертикального циліндричного корпусу, всередині якого розміщено підвісну гріючу камеру з центральною циркуляційною трубою, кип'ятильними трубками та патрубками підводу гріючої пари, відведення конденсату та неконденсованих газів. Зверху циліндричного корпусу встановлений вловлювач-сепаратор та патрубок відведення вторинної пари. В нижній частині циліндричного корпусу знаходиться клапан для спуску утфелю з гідравлічним приводом та патрубок подачі розчину для уварювання (патрубок подачі розчину може знаходитися вище трубної решітки - над гріючою камерою).

Недоліком такого вакуум-апарата є неупорядкована гідродинаміка руху утфелю в циркуляційній трубі внаслідок того, що в результаті теплообміну між теплоносієм в гріючій камері через стінку центральної циркуляційної труби та утфелем існує пристінний киплячий шар висхідного потоку цукрового розчину, тобто створюється додатковий опір низхідному руху утфелю в циркуляційній трубі, що знижує кратність циркуляції, збільшує час уварювання цукрового розчину, а отже знижується якість кристалів цукру.

В основу винаходу поставлена задача покращення якості кристалів цукру за рахунок упорядкування гідродинаміки руху утфелю в циркуляційній трубі, покращення циркуляції розчину в вакуум-апараті та зменшення часу уварювання.

Поставлена задача вирішується тим, що вакуум-апарат для кристалізації цукру виконаний у вигляді вертикального циліндричного корпусу, в нижній частині якого знаходиться підвісна гріюча камера з центральною циркуляційною трубою, кип'ятильними трубками, що встановлені в трубних решітках, патрубками підводу гріючої пари, відведення конденсату та неконденсованих газів, та встановленим в корпусі клапаном для спуску утфелю, а в верхній частині циліндричного корпусу розміщено вловлювач-сепаратор та патрубок відведення вторинної пари.

Згідно з винаходом концентрично циркуляційній трубі додатково встановлено трубу на 3-5 % більшого діаметра, що разом утворюють відкритий знизу кільцевий канал, причому додаткова труба герметично прикріплена до нижньої та верхньої трубних решіток, а верхні торці циркуляційної труби та додатково встановленої труби з'єднані та мають патрубок подачі розчину в кільцевий канал.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками та технічним результатом полягає в наступному.

Швидкість уварювання утфелю в вакуум-апараті, його продуктивність та якість кристалів цукру пропорційні швидкості циркуляції розчину всередині апарата. Це пояснюється залежністю інтенсивності циркуляції розчину від інтенсивності теплообміну між теплоносієм та утфелем, тобто швидкістю випаровування розчинника з міжкристального розчину, чим забезпечується необхідна різниця концентрації сахарози в об'ємі міжкристального розчину та на поверхні кристалів цукру, що є рушійною силою процесу кристалізації цукрози з розчину.

Отже, збільшення швидкості циркуляції утфелю інтенсифікує теплообмін і швидкість випаровування, що потребує надходження більшої кількості живильного розчину для підтримання необхідної концентрації (пересичення) міжкристального розчину.

При подачі пари в міжтрубний простір гріючої камери вакуум-апарата цукровий розчин, що уварюється і знаходиться в кип'ятильних трубках, закипає та піднімається вверх. Після відділення пари з розчину він опускається по циркуляційній трубі вниз гріючої камери звідки знов потрапляє в кип'ятильні трубки. Поступово випаровуючись цукровий розчин стає пересиченим по цукрозі, вводяться центри кристалізації, проходить ріст кристалів цукру. Швидкість росту кристалів залежить від рушійної сили, тобто від різниці концентрацій цукрози в об'ємі рідини та на поверхні кристалу. При кристалізації концентрація цукрози в об'ємі рідини, що оточує кристал цукру зменшується внаслідок переходу молекул цукрози в кристалічну решітку кристалу, швидкість кристалізації відповідно зменшується. Для підтримання високої швидкості кристалізації необхідно постійно підводити нові молекули цукрози до поверхні кристала, що можливе лише при високій швидкості циркуляції розчину.

Для покращення циркуляції утфелю в вакуум-апараті використовують гідродинамічні методи посилення циркуляції та механічні підсилювачі циркуляції різних конструкцій.

Так як циркуляційна труба в вакуум-апараті встановлена в трубній решітці, то температура стінки зі сторони парової фази доволі висока і сама циркуляційна труба виступає в ролі кип'ятильної трубки. В пристінному просторі циркуляційної труби проходить кипіння розчину та відбувається підйомний рух утфелю. Тому площа циркуляційної труби, через яку відбувається безпосередньо опускаючий рух цукрового утфелю менша площі самої циркуляційної труби а отже і

швидкість циркуляції є менша. Чим вища температура пари в міжтрубному просторі гріючої камери, тим більша частина циркуляційної труби виступає в ролі кип'ятильної труби.

Для можливості збереження високої швидкості циркуляції розчину, тобто щоб через весь переріз циркуляційної труби відбувався опускний рух утфелю передбачено встановлення концентрично циркуляційній трубі додатково трубу на 3-5 % більшого діаметра, що разом утворюють відкритий знизу кільцевий канал, причому додаткова труба герметично прикріплена до нижньої та верхньої трубних решіток, а верхні торці циркуляційної труби та додатково встановленої труби з'єднані та мають патрубок подачі розчину в кільцевий канал.

В цьому випадку при подачі в вакуум-апарат свіжого цукрового розчину на уварювання він по патрубку потрапляє зверху в кільцевий зазор, що утворений циркуляційною трубою та додатково встановленою трубою і виходить знизу через кільцевий канал та розподіляється під трубою решіткою в кип'ятильні трубки, закипає, піднімається по ним вгору де проходить розділення парової фази та утфелю, який через циркуляційну трубу опускається на уварювання. Цукровий розчин, що подається на уварювання в вакуум-апарат та знаходиться в каналі між циркуляційною трубою та додатково встановленою трубою має нижчу температуру, ніж температура гріючої пари в міжтрубному просторі парової камери. Температура стінки циркуляційної труби в цьому випадку буде практично рівна температурі кипіння розчину в вакуум-апараті, тобто кипіння пристінного шару утфелю в циркуляційній трубі не буде, а отже по всьому перерізу циркуляційної труби буде спостерігатись низхідний потік рідини, тобто циркуляційна труба працює по призначенню.

Другою важливою умовою для забезпечення високої якості кристалів цукру є необхідність ефективного змішування свіжого сиропу (підкачок) з утфелем, що уварюється. При рівномірному розподілі свіжого сиропу в вакуум-апараті з сиропом, що уварюється концентрація цукрози в розчині також буде рівномірною. Будуть відсутні локальні зони низьких або високих концентрацій цукрози, що приводить до перекристалізації кристалів цукру, утворення нових центрів кристалізації або зміни їх розмірів.

Діаметр додатково встановленої труби більшого діаметра на 3-5 % від діаметра циркуляційної труби вибраний з тих міркувань, що площа перерізу утвореного перерізу кільцевого каналу повинна відповідати або бути більшою площі перерізу труби, по якій підводиться утфель на уварювання. В цьому випадку гідравлічні втрати від проходження утфелю по довжині кільцевого каналу будуть мінімальними. При виконанні додаткової труби діаметром меншим, ніж на 3 %, збільшуються гідравлічні втрати від проходження підкачок по довжині труби, так як збільшиться швидкість руху розчину. При виконанні додаткової труби діаметром більшим, ніж 5 % зменшується об'єм парової камери, що негативно позначиться на швидкості уварювання утфелю.

Таким чином, виконання додаткового патрубку подачі цукрового розчину вказаним чином забезпечує рівномірне нарощування кристалів цукру, тобто покращується їх якість за рахунок покращення циркуляції розчину в вакуум-апараті та зменшується час уварювання (збільшується продуктивність).

Запропоноване рішення пояснюється кресленням, де на фіг. 1 - зображено вертикальний розріз вакуум-апарата, на фіг. 2 - вид зверху циркуляційної труби.

Приклад конкретного виконання представлений сучасним вакуум-апаратом з механічною мішалкою як підсилювач циркуляції цукрового утфелю. Виконання запропонованого рішення може бути зроблено на будь якому вакуум-апараті, в тому числі і при відсутності гідродинамічного підсилювача циркуляції, закономірності його роботи при цьому від встановлення концентрично до циркуляційної труби додаткового патрубку будуть відповідати описаним.

Вакуум-апарат складається з вертикального циліндричного корпусу 1, вбудованої підвісної трубчатої гріючої камери 2 з центральної циркуляційної труби 3, до якої підводиться гріюча пара через патрубок 4. Цукровий розчин подається в вакуум-апарат через патрубок 5, потрапляє в кільцевий зазор між циркуляційною трубою 3 та додатковим патрубком подачі цукрового розчину 6, який безпосередньо направляє потік сиропу в зону дії лопатевої мішалки 7, що знаходиться на вертикальному валу 8, з'єданого з приводом 9. Відведення готового продукту проводиться через патрубок 10 в нижній частині апарата.

Вакуум апарат працює наступним чином.

Вакуум-апарат заповнюється свіжим сиропом через патрубок 5 та через кільцевий зазор між циркуляційною трубою та додатково встановленою зовнішньою концентричною трубою 6 до покриття ним парової камери 2. Після цього через патрубок 4 здійснюється подача в парову камеру гріючої пари, по відповідних патрубках відведення конденсату та неконденсованих газів

та починається процес уварювання сиропу. Початкове заповнення сиропом проводиться до визначеного об'єму.

Процес уварювання сиропу в вакуум-апараті до утфелю проходить при температурі 72...78 °С при постійному додаванні в вакуум-апарат свіжого цукрового розчину по патрубку 5 та через кільцевий зазор при температурі на 5 °С вищій температури уварювання сиропу, тобто різниця температур між розчином, що знаходиться в циркуляційній трубі та кільцевому каналі теж складає біля 5 °С. У випадку відсутності додаткової концентричної труби різниця температур між розчином, що знаходиться в циркуляційній трубі, та паровою фазою, що подається в парову камеру вакуум-апарат з другого корпусу випарної установки при температурі 110 °С, складала б 30...38 °С при інтенсивному кипінні рідини в пристінному шарі циркуляційної труби, що приводило б до зменшення площі перерізу, через яку відбувається циркуляція розчину. Тепловий потік в першому випадку буде в 6...8 разів менший, що відповідно зменшує в стільки ж разів інтенсивність кипіння розчину в циркуляційній трубі.

Таким чином, в першому випадку (наявності додатково встановленої до циркуляційної труби зовнішньої концентричної труби) кипіння утфелю в циркуляційній трубі майже не відбувається, тобто через весь переріз циркуляційної труби відбувається низхідний потік циркулюючого утфелю або циркуляційна труба забезпечує максимально можливу його циркуляцію.

Діаметр концентрично встановленої зовнішньої труби вибирається з умови, що площа перерізу кільцевого каналу не може бути менша, ніж площа підвідного трубопроводу сиропу на уварювання. При виконанні такої умови для різних типів апаратів діаметр додаткової труби більшого діаметра більший діаметра циркуляційної труби на 3...5 %. У випадку, коли діаметр більшої труби менший ніж 3 %, площа кільцевого каналу підводу свіжого розчину на уварювання стає меншим площи патрубка підводу розчину, що пропорційно викликає збільшення швидкості руху розчину, а отже збільшується гідравлічний опір. При виконанні концентрично встановленої труби діаметром більшим, ніж 5 %, зменшується об'єм парової камери, що також негативно позначиться на швидкості уварювання цукрового розчину. Тобто, виконання додатково встановленої труби в запропонованих межах є оптимальним, що не приводить до збільшення гідравлічного опору підвідного трубопроводу та не приводить до значного зменшення парової камери. Упорядкування гідродинаміки руху утфелю в циркуляційній трубі приводить до покращення циркуляції розчину в вакуум-апараті, збільшенню теплопередачі між гріючим паром та розчином при збільшенні швидкості руху, зменшенні часу уварювання.

Процес уварювання цукрового розчину супроводжується нарощуванням кристалів. Згідно з теорією масообміну швидкість росту кристалів пропорційна швидкості омивання граней кристала свіжими порціями утфелю чим забезпечується необхідна різниця концентрації сахарози в об'ємі міжкристального розчину та на поверхні кристалів цукру, що є рушійною силою процесу кристалізації цукрози з розчину. Молекули цукрози переходять з розчину та рівномірно осаджуються на всіх гранях кристала, сам кристал збільшується в розмірах. Встановлення концентрично циркуляційній трубі додатково зовнішньої труби якраз і сприяє збільшенню швидкості циркуляції утфелю, інтенсифікує теплообмін і швидкість випаровування, покращується омивання граней кристалів, що збільшує швидкість уварювання утфелю, а отже і збільшує продуктивність апарата.

Якісний кристал можна отримати при якісному та інтенсивному змішуванні свіжих порцій сиропу та розчину, що знаходиться в вакуум-апараті (рівномірність концентрацій цукрози в усьому об'ємі апарата). Цьому також сприяє додатковий патрубок подачі цукрового розчину 6, який виконано концентрично вертикальному валу циркулятора, причому його нижній торець розташований на рівні верхніх кромek лопатей циркулятора, а верхній торець знаходиться вище рівня цукрового розчину, що уварюється. Подача цукрового розчину проходить безпосередньо в зону інтенсивного змішування на лопаті циркулятора 7, який підсилює переміщення утфельної маси всередині апарата. Після нарощення кристалів цукру до відповідного розміру, відбувається вивантаження увареного утфелю через патрубок 10.

Таким чином встановлення додатково до циркуляційної труби ззовні концентричної труби, яка зверху закрита та має патрубок для підведення свіжого цукрового розчину (підкачок) а знизу гріючої камери між циркуляційною трубою та додатковою зовнішньою концентричною трубою є кільцевий канал для виходу свіжого цукрового розчину, причому зовнішня труба вварена в нижню трубу решітку, дозволяє значно зменшити тепловий потік та практично унеможливити кипіння розчину всередині циркуляційної труби, зменшити її гідравлічний опір та направити потік свіжого розчину в зону інтенсивного змішування, тобто в зону вирівнювання концентрацій цукрози в об'ємі утфелю, зменшити ризик утворення "муки" (мілкого кристала) чим покращується гранулометричний склад кристалів.

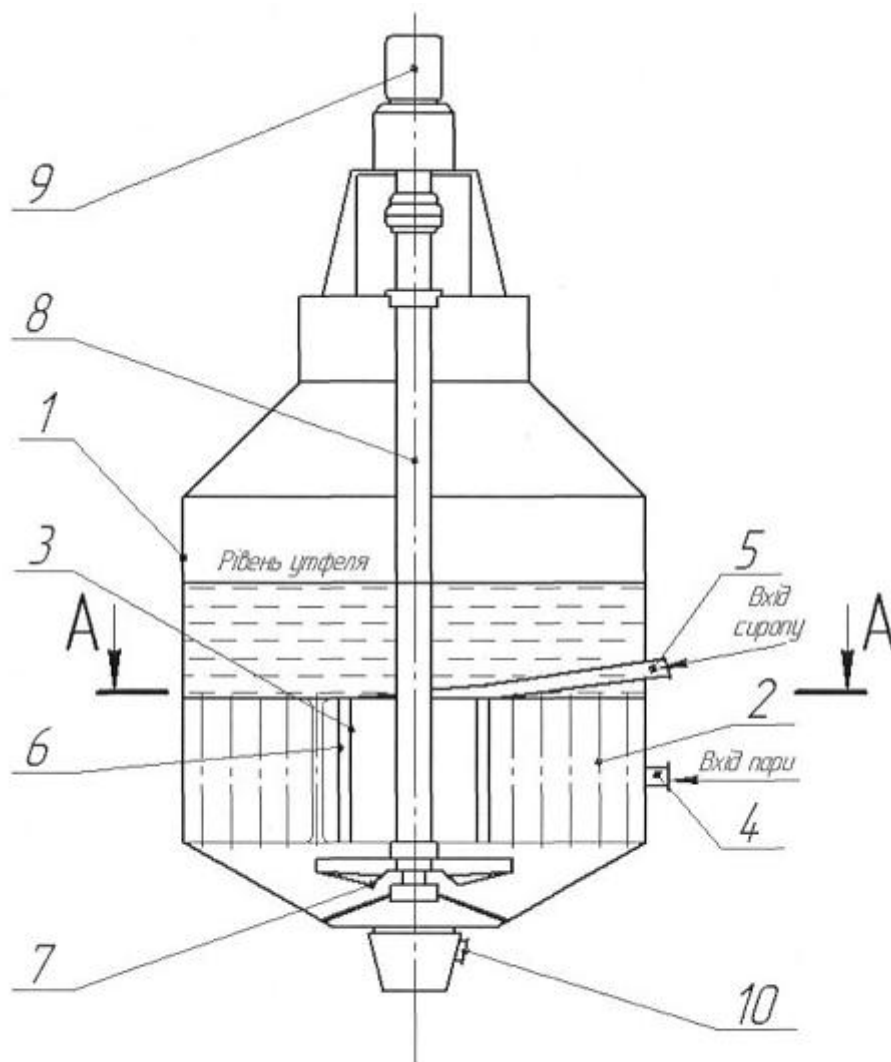
Технічний результат полягає в можливості покращити якість перемішування свіжого сиропу та уварюваного утфеля, збільшити швидкість циркуляції цукрового розчину, що приводить до зменшення часу уварювання, а отже збільшення продуктивності апарата при високій якості отриманих кристалів цукру.

5

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

Вакуум-апарат для кристалізації цукру, що виконаний у вигляді вертикального циліндричного корпусу, в нижній частині якого знаходиться підвісна гріюча камера з центральною циркуляційною трубою, кип'ятильними трубками, що встановлені в трубних решітках, патрубками підводу гріючої пари, відведення конденсату та неконденсованих газів, та встановленим в корпусі клапаном для спуску утфелю, а в верхній частині циліндричного корпусу розміщено вловлювач-сепаратор та патрубок відведення вторинної пари, який **відрізняється** тим, що концентрично циркуляційній трубі додатково встановлено трубу на 3-5 % більшого діаметра, що разом утворюють відкритий знизу кільцевий канал, причому додаткова труба герметично прикріплена до нижньої та верхньої трубних решіток, а верхні торці циркуляційної труби та додатково встановленої труби з'єднані та мають патрубок подачі розчину в кільцевий канал.

15



Фіг. 1

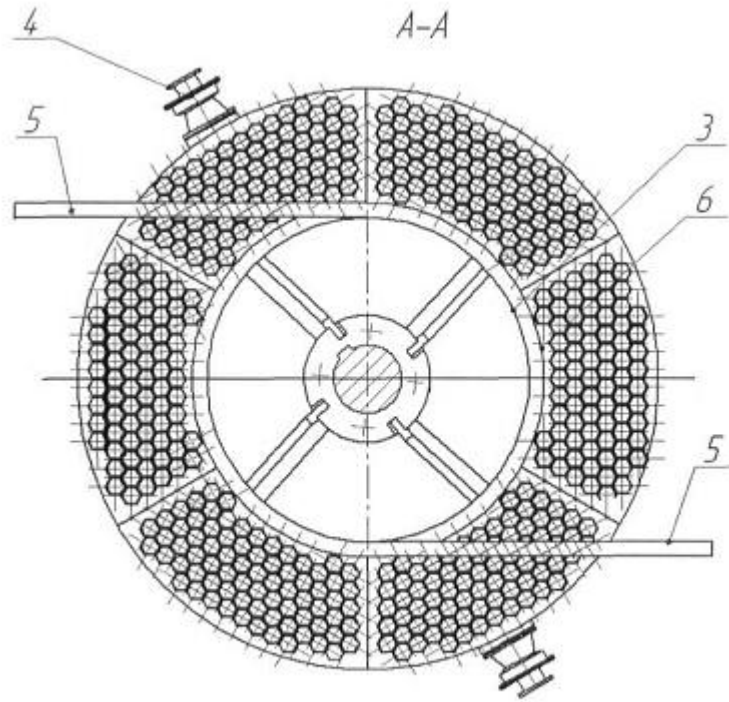


Fig. 2

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

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

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