



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **144490** (13) **U**  
(51) МПК (2020.01)  
**B01D 1/00**  
**C13B 25/04** (2011.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2020 00882</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Пономаренко Віталій Васильович (UA), Люлька Дмитро Миколайович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>12.02.2020</b>	<b>(73)</b> Володілець (володільці): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Володимирська, 68, м. Київ-33, 01601 (UA)</b>
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>13.10.2020</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>12.10.2020, Бюл.№ 19</b>	

**(54) ПРЯМОТЕЧІЙНО-ПЛІВКОВИЙ ВИПАРНИЙ АПАРАТ**

**(57) Реферат:**

Прямотечійно-плівковий випарний апарат складається з розподільчої, парової та сокової камер, розподільчого пристрою соку, кип'ятильних труб, патрубків підведення та відведення випарюваної рідини, патрубків підведення гріючої пари та відведення неконденсованих газів і конденсату та патрубка відведення вторинної пари. На поверхні кип'ятильних труб виконано гвинтову накатку. Розподільчий пристрій соку являє собою конусоподібну насадку з симетричними та тангенційно розташованими в його стінці отворами.

UA 144490 U

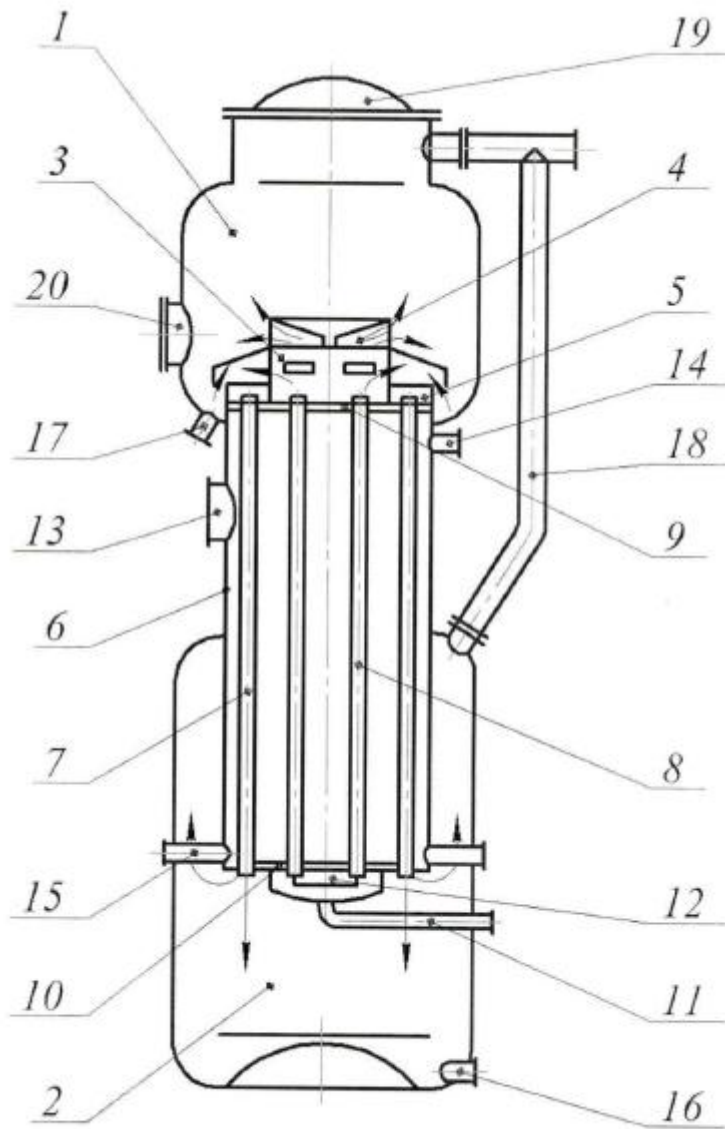


Fig. 1

Корисна модель належить до харчової, хімічної та інших галузей промисловості, де концентрування розчинів відбувається шляхом випарювання розчинника та може бути використана в цукровій промисловості для згущення соку.

За найближчий аналог прийнятий прямотечійно-плівковий випарний апарат ВАПП-1250 [Технологическое оборудование сахарных заводов / С.М. Гребенюк, Ю.М. Плаксин, Н.Н. Малахов, К.И. Виноградов. - М.: КолоС, 2007, - 520 с.], який складається з сокорозподільчої, парової то сокової камер, розподільчого пристрою соку, кип'ятильних трубок, патрубків підведення та відведення випарюваної рідини (соку), патрубків підведення гріючої пари, відведення неконденсованих газів і конденсату та патрубка відведення вторинної пари.

Прямотечійно-плівковий випарний апарат ВАПП-1250 працює в такий спосіб. Сік подається в нижню частину апарату (сокову камеру), проходить через центральний пучок кип'ятильних труб, закипає і підіймається вгору. Проходить через верхній сепаруючий пристрій, відділяється від пари і за допомогою розподільчого пристрою розподіляється по внутрішній поверхні периферійного пучка труб, в якому відбувається кипіння розчину в плівковому низхідному режимі.

Недоліком такого апарата є недосконалість конструкції розподільчого пристрою соку, що приводить до нерівномірності зрошення внутрішньої поверхні периферійного пучка труб, внаслідок чого низька інтенсивність кипіння всередині цих трубок, значний гідравлічний опір виходу парової фази з зони кипіння соку через центральний отвір розподільчого пристрою соку.

В основу корисної моделі поставлена задача інтенсифікації процесу теплопередачі, забезпечення рівномірного зрошення поверхні нагрівання і на основі цього збільшення продуктивності апарата.

Поставлена задача вирішується тим, що в прямотечійно-плівковому випарному апараті, що складається з розподільчої, парової то сокової камер, розподільчого пристрою соку, кип'ятильних трубок, патрубків підведення та відведення випарюваної рідини, патрубків підведення гріючої пари та відведення неконденсованих газів і конденсату та патрубка відведення вторинної пари, згідно з корисною моделлю на поверхні кип'ятильних труб виконано гвинтову накатку, а розподільчий пристрій соку являє собою конусоподібну насадку з симетричними та тангенційно розташованими в його стінці отворами.

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

Основний термічний опір процесу тепловіддачі між стінкою і потоком зосереджений у пристінному шарі товщиною 3-5 % радіуса трубки.

При використанні гладких кип'ятильних трубок пристінний шар рідини є основним опором теплообміну. Щоб отримати при тій же швидкості потоку суттєве збільшення коефіцієнта тепловіддачі потрібно турбулізувати цей пристінний шар.

Найбільш ефективним методом керуючого впливу на структуру турбулентного потоку є створення в ньому відривних зон, або інших організованих вихрових структур шляхом виконання на кип'ятильних трубах гвинтової накатки. Така накатка труб крім турбулізуючого впливу при обтіканні рідиною виступів та впадин приводить до збільшення коефіцієнту тепловіддачі. Гвинтова накатка труб також буде сприяти зміні напрямку руху частини рідини з прямолінійного низхідного на гвинтоподібне, що збільшує час перебування рідини в зоні кипіння, що також збільшить кількість випареного розчину.

Важливу роль для забезпечення початкового рівномірного розподілення соку по внутрішній поверхні кип'ятильних труб і видалення парової фази з зони кипіння відіграє розподільчий пристрій соку.

Запропонована зміна конструкції розподільчого пристрою соку передбачає плавний вхід соку через симетричні тангенційно розташовані отвори, що виконані в його стінці. Розширена горловина насадки значно зменшує гідравлічний опір паровій фазі, що утворюється при кипінні розчину в тонкій плівці на стінках кип'ятильних труб, що особливо важливо при інтенсифікації теплообміну і збільшенні кількості парової фази.

Таким чином, інтенсифікація теплообміну в кип'ятильних трубах, що досягається при виконанні гвинтової накатки, а також зміна конструкції розподільчого пристрою соку дозволять збільшити продуктивність апарата по випареній волозі.

Пристрій пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 показано загальний вигляд прямотечійно-плівкового випарного апарата, на фіг. 2 показана модель кип'ятильної трубки в перерізі та розподільчого пристрою соку.

Прямотечійно-плівковий випарний апарат складається з верхнього 1 і нижнього 2 сепараторів вторинного пару, сепаруючого пристрою 3 розділення рідини і пари, надставки 4, розподільчого пристрою соку 5 та гріючої камери 6. До складу гріючої камери входять

кип'ятильні труби опускної плівкової частини 7 та кип'ятильні труби підйомно-прямоточної частини 8, які завальцьовані у верхню 9 та нижню 10 трубні решітки. Сік надходить через патрубок подачі рідини 11 і потрапляє в приймальну камеру 12. Теплоносій подається у гріючу камеру через патрубок 13. Відвід неконденсованих газів організований через патрубок 14 конденсату через патрубки 15, а згущеного соку через патрубок 16. Надлишок випарюваної рідини відводиться через патрубок 17, а вторинна пара через систему труб 18. Верхній сепаратор має в своєму складі еліптичну кришку 19 і оглядовий люк 20.

На кип'ятильних трубах 7 опускної плівкової частини випарного апарата виконана гвинтова накатка 21. Розподільчий пристрій соку 5 в вигляді конусоподібної насадки насаджується на кип'ятильну трубу 7, причому в нижній частині розподільчого пристрою виконані тангенційні отвори 22.

Працює прямотечійно-плівковий випарний апарат так. Сік підігрітий до температури кипіння, надходить до патрубка подачі рідини 11 в приймальну камеру 12 і далі в підйомні кип'ятильні трубки 8, де закипає, і разом з паром, що утворився, рухається в гору. Після проходження сепаруючого пристрою 3 від соку відділяється пара, сік через розподільчий пристрій соку 5 надходить в опускні трубки 7 плівкової частини апарата і у вигляді тонкої плівки стікає по їх внутрішній поверхні. Пара, що при цьому утворилася виводиться через центральну частину труби та розподільчий пристрій соку 5 в верхній сепаратор 1 та разом із згущеним соком в нижній сепаратор 2. По системі труб 18 утворена вторинна парова фаза направляється згідно з технологічною схемою. Згущений сік відводиться через патрубок 16 на виробництво.

Оскільки на кип'ятильних трубах опускної плівкової частини апарата виконана гвинтова накатка 21 то при обтіканні рідиною виступів та впадин відбувається турбулізація пристінного шару рідини, що приводить до збільшення коефіцієнту тепловіддачі. Гвинтова накатка труб також сприяє зміні напрямку руху частини рідини з прямолінійного низхідного на гвинтоподібне, що збільшує час перебування рідини в зоні кипіння та кількість випареного розчину, що однозначно приводить до збільшення продуктивності апарата по випареній волозі.

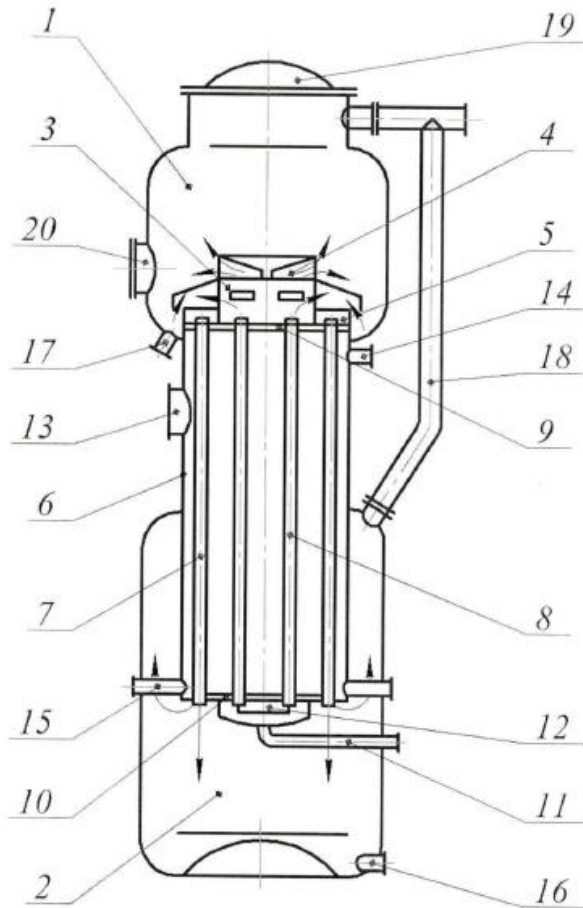
Для забезпечення рівномірного розподілення соку по внутрішній поверхні кип'ятильних труб і видалення парової фази з зони кипіння розподільчий пристрій соку 5 виконаний у вигляді конусоподібної насадки з симетричними та тангенційно розташованими в його стінці отворами 22. По цим отворах рідина потрапляє на внутрішню поверхню кип'ятильних труб, що забезпечує рівномірний її розподіл. Кількість отворів повинна бути виконана не менш як три під кутом  $120^\circ$ .

Конусність при вершині насадки повинна бути в межах 3...5, чим забезпечується плавний вихід пари з розподільчого пристрою соку. При меншому куту конусності збільшується гідравлічний опір виходу пари. При більшому куту конусності зменшується об'єм для рідини, що потрапляє з кип'ятильних труб 8 підйомно-прямотечійної частини.

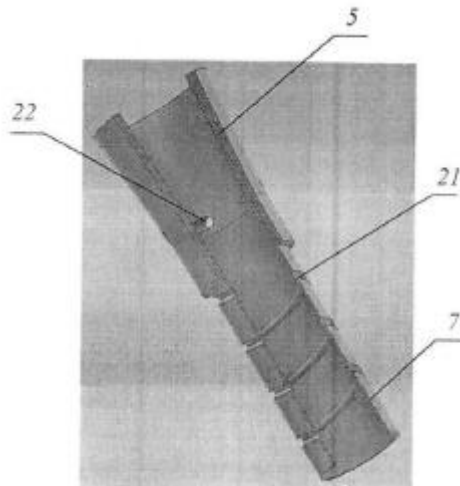
Технічний результат від використання корисної моделі полягає в інтенсифікації процесу теплопередачі, що приводить до збільшення продуктивності апарата по випареній волозі.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Прямотечійно-плівковий випарний апарат, що складається з розподільчої, парової та сокової камер, розподільчого пристрою соку, кип'ятильних труб, патрубків підведення та відведення випарюваної рідини, патрубків підведення гріючої пари та відведення неконденсованих газів і конденсату та патрубка відведення вторинної пари, який **відрізняється** тим, що на поверхні кип'ятильних труб виконано гвинтову накатку, а розподільчий пристрій соку являє собою конусоподібну насадку з симетричними та тангенційно розташованими в його стінці отворами.



Фиг. 1



Фиг. 2

---

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

---

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

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