



УКРАЇНА

(19) UA (11) 39637 (13) A

(51) 7 A23G9/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ОПИС

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА М'ЯКОГО МОРОЗИВА

(21) 2000116554

(22) 21.11.2000

(24) 15.06.2001

(46) 15.06.2001, Бюл. № 5, 2001 р.

(72) Сафонов Валентин Васильович, Семенюк Дмитро Павлович, Куценко Віктор Анатолійович

(73) ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ХАРЧУВАННЯ

(57) 1. Пристрій для виробництва м'якого морозива, що містить робочу камеру, оточену охолоджувальною оболонкою з гладенькою поверхнею кипіння холодоагенту, який відрізняється тим, що в охолоджувальну оболонку введено і прикріплено до неї методом зварювання перфоратор-турбулізатор.

2. Пристрій для виробництва м'якого морозива, що містить робочу камеру, оточену охолоджувальною оболонкою з гладенькою поверхнею кипіння холодоагенту, який відрізняється тим, що вказану поверхню зроблено ребристою.

3. Пристрій для виробництва м'якого морозива, що містить робочу камеру, оточену охолоджувальною оболонкою з гладенькою поверхнею кипіння холодоагенту, який відрізняється тим, що в охолоджувальну оболонку введено і прикріплено до неї

методом зварювання перфоратор-турбулізатор і сітка.

4. Пристрій для виробництва м'якого морозива, що містить робочу камеру, оточену охолоджувальною оболонкою з гладенькою поверхнею кипіння холодоагенту, який відрізняється тим, що на вказаній поверхні утворено методом наплення або механічним способом капілярно-пористий шар.

5. Пристрій для виробництва м'якого морозива, що містить робочу камеру, оточену охолоджувальною оболонкою з гладенькою поверхнею кипіння холодоагенту, який відрізняється тим, що на вказаній поверхні створено методом наплення або механічним способом капілярно-пористий шар, в охолоджувальну оболонку введено і прикріплено до неї методом зварювання перфоратор-турбулізатор.

6. Пристрій для виробництва м'якого морозива, що містить робочу камеру, оточену охолоджувальною оболонкою з гладенькою поверхнею кипіння холодоагенту, який відрізняється тим, що вказану поверхню зроблено ребристою і на ній створено методом наплення або механічним способом капілярно-пористий шар.

Ця група винаходів належить до холодильного устаткування підприємств харчування і торгівлі, зокрема до пристроїв для виробництва м'якого морозива - фризери.

Відомі фризери виробництва ФРН вказаного призначення, які містять робочу камеру, оточену охолоджувальною рубашкою з гладенькою поверхнею кипіння холодоагенту, звичайно фреону R12, і мають продуктивність за виходом готової продукції від 6,5 до 35 кг/год і встановлену потужність від 1,12 до 4,2 кВт [Вільке А, Вірх В. Фризери. - М. - Легка і харчова промисловість, 1984. - 136 с.] Основний показник енергоефективності цих пристроїв - питомі енерговитрати на виробництво одиниці продукції - становить від 0,17 до 0,13 кВт х год/кг, що в 2...3 рази перевищує типові значення для фризерів безперервної дії з високою продуктивністю - 100 кг/год і більше. Крім того, названий холодоагент визнано екологічно небезпечним

(озоноруйнівним). Аналогічні недоліки притаманні й іншим фризерам малої продуктивності, наприклад, апаратам Labotronic DGT фірми "Карпіджані" (Італія) [Каталог фірми "Carpigiani Bruto Macchine Automatiche s.p.a. - Bologna" (Italy), 1992. - 50 с.].

Відносно велике значення показника питомих енерговитрат для цих пристроїв можна пояснити тим, що охолоджувальна рубашка робочої камери має рівну поверхню теплообміну з холодоагентом, який відводить теплоту від вихідної суміші для приготування м'якого морозива, і не споряджена засобами інтенсифікації вказаного теплообміну. Це створює несприятливі умови для тепловіддачі при кипінні холодоагенту, внаслідок чого значення коефіцієнта тепловіддачі α від поверхні теплообміну до холодоагенту становить близько 2000 Вт/(м² К). За цих умов коефіцієнт теплопередачі k від згаданої суміші до холодоагенту через стінку робочої камери до холодоагенту

(13) A

(11) 39637

(19) UA

не перевищує $1000 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$, що відповідає значенню повного термічного опору теплопередачі крізь стінку $R_T = k^{-1} 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. В свою чергу, велике значення обмежує інтенсивність тепловідведення від суміші, що заморожується, згідно з формулою

$$\frac{Q_0}{F_T} R_T = t_{\text{кін}} - t_0, \quad (1)$$

де Q_0 - інтенсивність відведення теплоти від суміші, що дорівнює необхідній холодопродуктивності холодильної машини фризера, Вт;

F_T - площа поверхні теплопередачі (кипіння холодоагенту), м^2 ;

$t_{\text{кін}}$ - кінцева температура суміші, що заморожується, $^{\circ}\text{C}$;

t_0 - температура кипіння холодоагенту в охолоджувальній рубашці, $^{\circ}\text{C}$.

Ці обмеження величини Q_0 , в свою чергу, спричиняє обмеження продуктивності фризера відповідно до формули

$$G' = \frac{Q_0 \cdot 2\pi n M}{1,2 Q_3}, \quad (2)$$

де G' - продуктивність фризера за виходом готової продукції (м'якого морозива), кг/с ;

n - частота обертання вала в робочій камері фризера, с^{-1} ;

M - крутячий момент на згаданому валі, $\text{Н}\cdot\text{м}$;

Q_3 - питома теплота заморожування суміші, Дж/кг ;

1,2 - множник, який враховує теплоприпливи зовні в робочу камеру фризера

З формул (1) і (2) видно, що зниження згаданого показника питомих енерговитрат можливе шляхом підвищення продуктивності G' фризера за рахунок збільшення Q_0 (при незмінних інших параметрах) внаслідок зменшення термічного опору R_T , - тобто збільшення коефіцієнта теплопередачі k шляхом збільшення згаданої величини (інтенсифікація тепловіддачі при кипінні холодоагенту на поверхні стінки охолоджувальної рубашки робочої камери). Якщо величина Q_0 , то можливе підвищення G' і зменшення питомих енерговитрат також будуть пропорційними зменшенню G внаслідок збільшення α_0 .

Інтенсифікація тепловіддачі від стінки охолоджувальної рубашки до холодоагенту, що характеризується збільшенням α_0 , може бути досягнута різноманітними конструктивними засобами, які успішно використовувалися для інших морозильних апаратів, але ще не знайшли застосування в охолоджувальних рубашках фризерів; до цих засобів, зокрема, належать:

введення перфоратора-турбулізатора в охолоджувальну рубашку з гладенькою поверхнею теплообміну;

введення в згадану рубашку сітки з малими вичками,

оребріння спочатку гладенької поверхні теплообміну охолоджувальної рубашки робочої камери,

- нанесення на згадану поверхню капілярно-пористого шару

Принципово можливе також поєднання деяких з цих заходів.

Проведені спеціальні дослідження показали, що застосування цих конструктивних засобів і їх раціональне поєднання в кращому варіанті (див. нижче) дає змогу збільшити значення α_0 від 2000 до $12000 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$, що веде до збільшення величини k приблизно в 1,72 рази за рахунок відповідного зменшення R_T від $1 \cdot 10^{-3}$ до $0,58 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Внаслідок цього, згідно з формулою (2), продуктивність G' апарата (при пропорційному збільшенні величини) теж зростає на вказану величину, а значення показника питомих енерговитрат пропорційно знижується приблизно до 0,10-0,077 $\text{кВт} \cdot \text{год/кг}$. З огляду на величезні масштаби виробництва і реалізації м'якого морозива в Україні таке зниження показника питомих енерговитрат має принести значний економічний ефект і, крім того, згідно з сучасними уявленнями є важливим і з екологічної точки зору.

В основу цієї групи винаходів поставлено задачу вдосконалення пристрою для виробництва м'якого морозива - фризера, а саме, шляхом інтенсифікації теплообміну в охолоджувальній рубашці робочої камери фризера забезпечити підвищення його продуктивності за виходом готової продукції і зменшення питомих енерговитрат в апараті

Інтенсифікація теплообміну в охолоджувальній рубашці робочої камери фризера створюється в цій групі винаходів у таких варіантах:

варіант 1 - впровадження в охолоджувальну рубашку з гладенькою поверхнею теплообміну перфоратора-турбулізатора для підвищення ступеня турбулентності потоку холодоагенту крізь охолоджувальну рубашку,

варіант 2 - оребріння гладенької поверхні теплообміну (кипіння холодоагенту) охолоджувальної рубашки для збільшення коефіцієнта тепловіддачі від згаданої поверхні до холодоагенту;

варіант 3 - вміщення в охолоджувальну рубашку з гладенькою поверхнею теплообміну для підсилення ефекту турбулізації потоку холодоагенту, перфоратора-турбулізатора і сітки (комбінований конструктивний засіб);

варіант 4 - нанесення на гладеньку поверхню теплообміну охолоджувальної рубашки капілярно-пористого шару для створення сприятливих умов тепловіддачі при кипінні холодоагенту на згаданій поверхні;

варіант 5 - нанесення на гладеньку поверхню теплообміну охолоджувальної рубашки капілярно-пористого шару і впровадження в рубашку перфоратора-турбулізатора (комбінований конструктивний засіб);

варіант 6 - оребріння спочатку гладенької поверхні теплообміну охолоджувальної рубашки та нанесення на неї капілярно-пористого шару (комбінований конструктивний засіб)

Проведені спеціальні дослідження показали, що у варіанті 1 при значеннях кута зміщення рядків перфоратора 12° і частоти зміщення рядків 5 згаданий вище коефіцієнт тепловіддачі α_0 зростає від 2000 (для пристроїв-прототипів) до $2800 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$, що зумовлює зменшення термічного опору теплопередачі R_T від $1 \cdot 10^{-3}$ до $0,86 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, тобто

в 1,16 рази, і відповідно можливе збільшення продуктивності фризера. У варіанті 2 при висоті ребер 2 мм і кроці оребрення 1 мм величина зростає до $3500 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ і термічний опір R_T зменшується до $0,78 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, тобто в 1,28 рази, з відповідним підвищенням продуктивності фризера. У варіанті 3 при розміщенні вічок сітки 0,05 мм і товщині покриття 0,15 мм, а також при наведених вище параметрах перфоратора-турбулізатора, величина α зростає до $6900 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, R_T зменшується до $0,645 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, продуктивність пристрою збільшується в 1,55 рази в порівнянні з прототипом. У варіанті 4 при товщині капілярно-пористого шару 0,15 мм і його пористості 40% величина збільшується до $9000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, R_T зменшується до $0,61 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, продуктивність пристрою зростає в 1,64 рази. У варіанті 5 при наведених вище значеннях параметрів капілярно-пористого шару і перфоратора-турбулізатора значення α зростає до $11000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, R_T зменшується до $0,59 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, продуктивність збільшується в 1,69 рази. Нарешті, в варіанті 6 α зростає до $12000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, R_T зменшується до $0,58 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, тобто в 1,72 рази, з відповідним зростанням продуктивності, цей кращий варіант вже згадувався вище. В усіх варіантах зростання продуктивності фризера веде до відповідного поліпшення його енергоекономічності, тобто до зменшення питомих енерговитрат на виробництво одиниці продукції, в порівнянні з фризерами-прототипами, в яких не впроваджувалися заходи для інтенсифікації теплообміну в охолоджувальній рубашці робочої камери, наведені вище.

Далі можливе здійснення варіантів цієї групи винаходів пояснюється на таких ілюстраціях.

фіг. 1 - розріз робочої камери фризера з охолоджувальною рубашкою, в яку введено перфоратор-турбулізатор;

фіг. 2 - розріз робочої камери фризера з охолоджувальною рубашкою, в якій гладеньку поверхню теплообміну зроблено оребреною;

фіг. 3 - розріз робочої камери фризера з охолоджувальною рубашкою, в яку вміщено перфоратор-турбулізатор і сітку;

фіг. 4 - розріз робочої камери фризера з охолоджувальною рубашкою, в якій на гладеньку поверхню теплообміну нанесено капілярно-пористий шар;

фіг. 5 - розріз робочої камери фризера з охолоджувальною рубашкою, в якій на гладеньку поверхню теплообміну нанесено капілярно-пористий шар і вміщено перфоратор-турбулізатор;

фіг. 6 - розріз робочої камери фризера з охолоджувальною рубашкою, в якій гладеньку поверхню теплообміну зроблено оребреною і на неї нанесено капілярно-пористий шар.

У першому варіанті (фіг. 1) робоча камера 1, яка виконана у вигляді циліндричної гладкостінної труби 2, має охолоджувальну рубашку 3, всередині якої рухається робоча речовина, що відбирає в динаміці від суміші морозива, яка рухається з лінійною обертовою швидкістю під впливом мішалки-транспортера 4, теплоту і при цьому заморожує суміш та прошовує її за допомогою одновиткового шнека 5 на видачу. Відзначальною особливістю пристрою, що пропонується, в порівнянні з про-

тотипом, є наявність всередині рубашки перфоратора-турбулізатора 6, що складається з декількох елементів, поєднаних у секцію, причому елементи (фіг. 1) зміщені відносно один одного на 5° , що зумовлює зміну напрямку і швидкості руху робочої речовини і утворює при цьому локальні турбулізуючі ділянки, які інтенсифікують процес теплообміну. Робоча речовина при русі в процесі циклу омиває поверхню труби на 360° , що дає змогу збільшити холодопильний коефіцієнт на 8% у порівнянні з аналогом. Така модифікація більш повно з економічної точки зору підходить для пристроїв з продуктивністю до 5 кг/год, при цьому питоме споживання енергії становитиме $0,1 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{кг}$.

У другому варіанті (фіг. 2) робоча камера 1, яка виконана у вигляді циліндричної труби 2, має охолоджувальну рубашку 3, всередині якої рухається робоча речовина, що відбирає від суміші морозива, яка прошовується за допомогою мішалки-транспортера 4, теплоту і при цьому заморожує суміш. Відзначальною особливістю пристрою, що пропонується, в порівнянні з прототипом є наявність на теплообмінній зовнішній поверхні труби ребер 5, висота яких становить 2 мм, крок - близько 0,5 - 1 мм. Це дає змогу при зниженні металомісткості пристрою збільшити теплообмінну поверхню в 1,8 разів і підвищити коефіцієнт тепловіддачі приблизно на 40% у порівнянні з аналогом. Такий спосіб інтенсифікації теплообміну є придатним до пристроїв з продуктивністю 8 кг/год, при цьому питоме споживання електроенергії становитиме $0,075 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{кг}$.

У третьому варіанті (фіг. 3) робоча камера 1, яка виконана у вигляді циліндричної гладкостінної труби 2, має охолоджувальну рубашку 3, всередині якої рухається під впливом мішалки-транспортера 4. Відзначальною особливістю пристрою, що пропонується, є наявність на зовнішній поверхні металеві сітки 5 з величиною комірок 0,05 мм і товщиною покриття 0,15 мм, і всередині рубашки розташований перфоратор-турбулізатор 6. Така конструктивна побудова дає змогу збільшити коефіцієнт тепловіддачі від стінки охолоджувальної рубашки до киплячого холодоагенту приблизно в 2 рази в порівнянні зі значенням, що досягається при оребренні теплообмінної поверхні, і приблизно в 2,8 разів у порівнянні з аналогом. Найбільшого ефекту можна досягти в пристроях з продуктивністю 10 кг/год за виходом готового продукту, при цьому питомі енерговитрати становитимуть $0,07 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{кг}$.

У четвертому варіанті (фіг. 4) робоча камера 1, яка виконана у вигляді циліндричної труби 2, має охолоджувальну рубашку 3, в щілині 4 рубашки кипить робоча речовина, що заморожує суміш морозива, яка просувається і переміщується за допомогою мішалки-транспортера 5. Відзначальною особливістю пристрою, що пропонується, є нанесення на зовнішню теплообмінну поверхню з боку кипіння холодоагенту капілярно-пористого металевих шару 6 товщиною 0,15 - 0,25 мм, при цьому поруватість становить 40%. Таке конструктивне рішення дає змогу збільшити коефіцієнт тепловіддачі приблизно в 3,6 разів у порівнянні з аналогом, і найкращим є його застосування в пристроях з продуктивністю 12 кг/год. В цьому варіанті питомі енерговитрати становитимуть $0,07 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{кг}$.

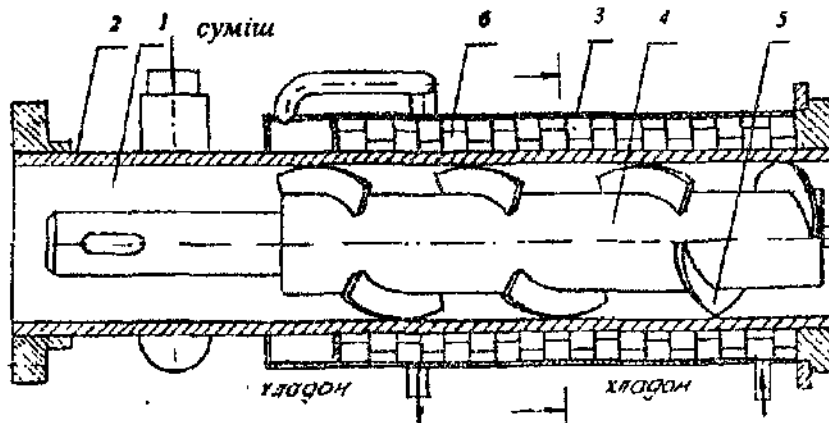
У п'ятому варіанті (фіг.5) робоча камера 1, виконана у вигляді циліндричної труби 2, має охолоджувальну рубашку 3, всередині якої кипить робоча речовина, що заморожує суміш, яка переміщується і просувається за допомогою мішалки-транспортера 4, оснащеного лопатками 5 і одновитковим циліндром 6. Відзначальною особливістю пристрою, що пропонується, є наявність на зовнішньому боці труби капілярно-пористого шару 7, а в рубашці - перфоратора-турбулізатора 8, що дає змогу інтенсифікувати процес теплообміну на 15...17% у порівнянні з пристроєм, що був розглянутий у четвертому варіанті. При цьому найбільший ефект досягається в пристроях з продуктивністю 18 кг/год, питомі витрати електроенергії становитимуть 0,07 кВт год/кг.

У шостому варіанті (фіг. 6) робоча камера 1, яка виконана у вигляді циліндричної труби 2, має охолоджувальну рубашку 3, всередині якої кипить робоча речовина 4, що заморожує суміш морозива, яка пересувається мішалкою-транспортером 5 і при цьому збивається лопатками 6. Відзначальною особливістю пристрою, що розглядається, є наявність ребер 7, на які нанесено металевий капілярно-пористий шар 8. Таке конструктивне рі-

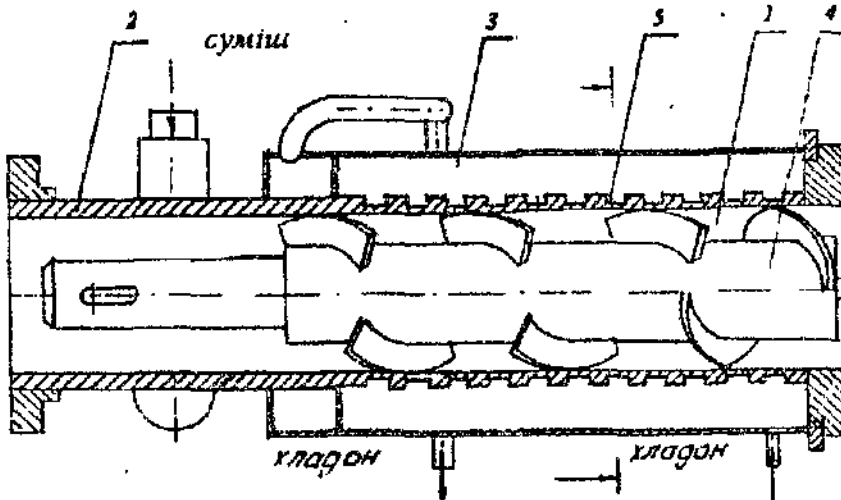
шення дало змогу інтенсифікувати процес тепловіддачі на 10% у порівнянні з пристроєм, який розглянуто в п'ятому варіанті. Найкращий ефект досягається в пристроях з продуктивністю 20 кг/год, при цьому питомі витрати електроенергії становитимуть 0,065 кВт год/кг.

Технічне виконання наведених конструктивних засобів інтенсифікації теплообміну в охолоджувальній рубашці робочої камери фризера може бути здійснено різноманітними засобами, відомими в техніці. Наприклад, оребрення поверхні теплообміну може бути виконано методом механічної обробки поверхні - фрезеруванням - або зварювальним методом - наплавленням. Нанесення капілярно-пористого шару може здійснюватися напленням у вакуумі або механічною обробкою поверхні теплообміну і тощо. Спосіб технічного виконання наведених конструктивних засобів можна залишити на власний розсуд підприємства-виробника вдосконалених фризерів згідно з цією групою винаходів.

Описана група винаходів може бути практично застосована також для фризерів великої продуктивності (переважно безперервної дії) і для морозильних апаратів спорідненого призначення.



Фіг. 1



Фіг. 2

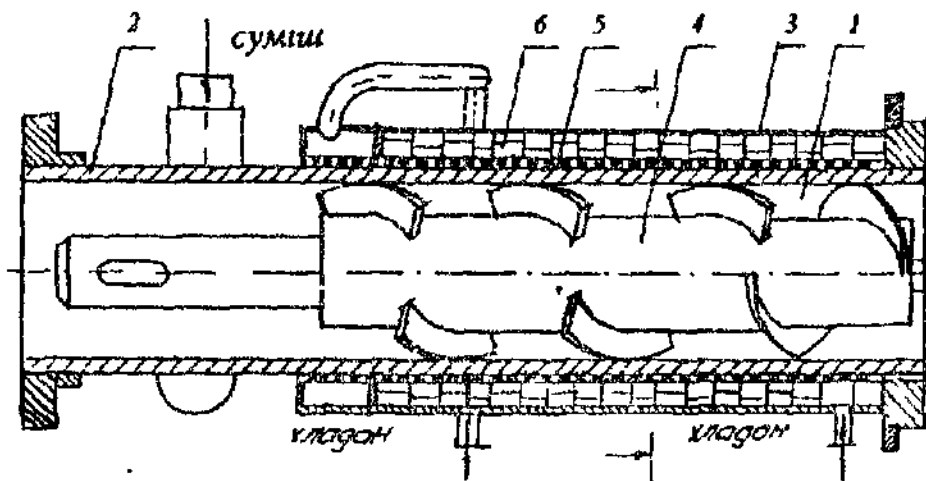


Fig. 3

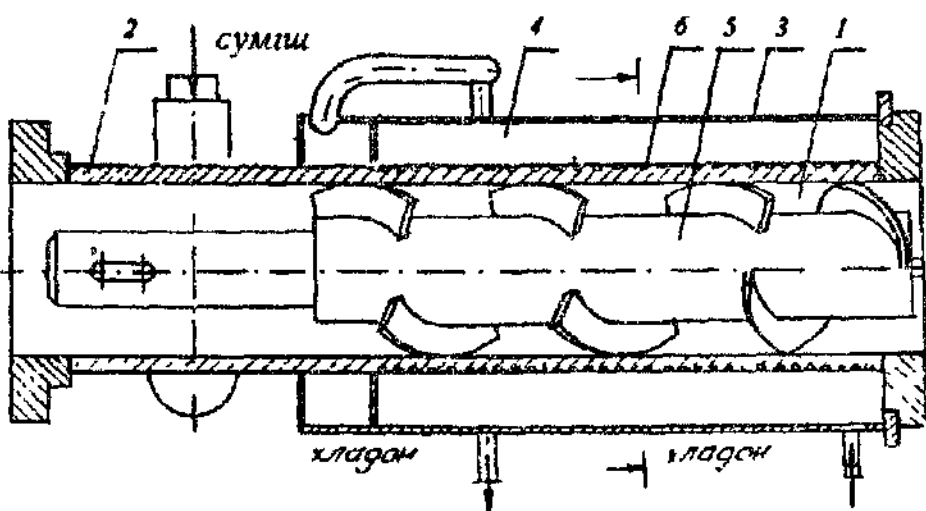


Fig. 4

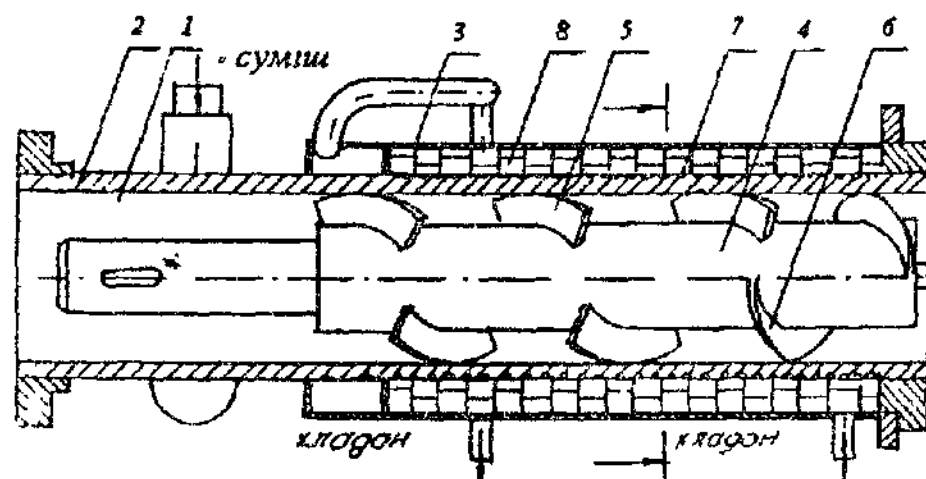
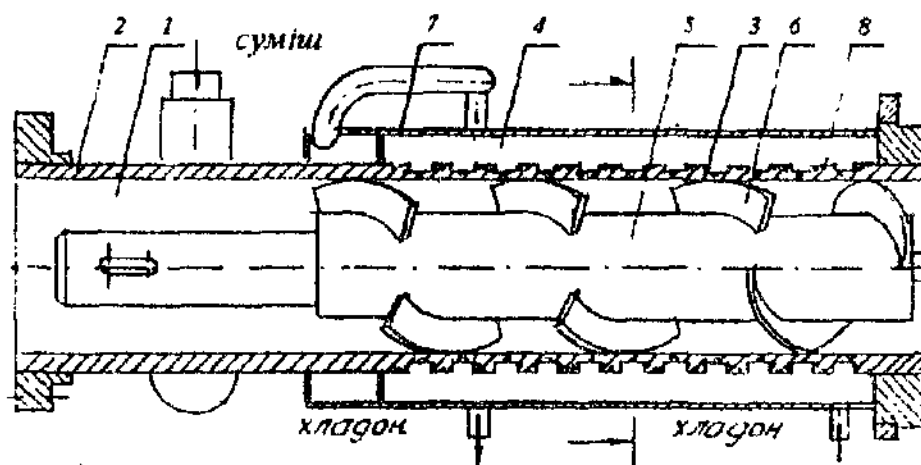


Fig. 5



Фіг. 6

Тираж 50 екз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
 Україна, 68000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
 (03122) 3 - 72 - 89 (03122) 2 - 57 - 03