



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 87680

(13) C2

(51) МПК (2009)

F28D 1/02

F28D 7/10

B67D 5/62

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ, ПРИСТРІЙ, СИСТЕМА ТА ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ РЕЧОВИНИ, ЯКА ПЕРВІСНО ПЕРЕБУВАЄ У ПРИНАЙМНІ ЧАСТКОВО ЗАГУЩЕНОМУ СТАНІ У КОНТЕЙНЕРІ

1

(21) а200611173
(22) 20.04.2005
(24) 10.08.2009
(86) PCT/DK2005/000268, 20.04.2005
(31) 60/564576
(32) 23.04.2004
(33) US
(31) PA 2004 00644
(32) 23.04.2004
(33) DK
(46) 10.08.2009, Бюл.№ 15, 2009 р.
(72) ХАНСЕН АНДЕРС КРОМАНД, DK/DK
(73) ОРХУСКАРЛШАМН ДЕНМАРК А/С, DK
(56) US 3856078 А, 24.12.1974
EP 0860673 А2, 26.08.1998
GB 1286971, 31.08.1972
(57) 1. Спосіб підвищення температури речовини у контейнері, коли речовина первісно перебуває у принаймні частково загущеному стані, і у контейнері розташовується принаймні один теплообмінник, і передбачено засоби перекачування для витіснення речовини, який включає етапи:
а) обміну теплотою між теплообмінником та речовиною,
б) витіснення речовини за допомогою засобів перекачування для збільшення обміну теплотою між теплообмінником та речовиною,
в) перемішування речовини за допомогою засобів перекачування шляхом витіснення речовини всередині контейнера.
2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що теплообмінник з'єднується з зовнішнім джерелом для передачі теплоти до речовини у контейнері, і джерело та засоби перекачування координуються контрольними засобами для контролювання температури речовини.
3. Спосіб за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що теплообмінник включає видовжену циліндричну поверхню, і передбачено напрямні засоби для спрямування речовини уздовж вищезгаданої поверхні при виконанні етапу б), причому вищезгадані напрямні засоби є зв'язаними з засобами перекачування.
4. Спосіб за п. 3, який відрізняється тим, що напрямні засоби включають корпус, розташований

2

по суті концентрично навколо теплообмінника, вищезгаданий корпус включає певну кількість отворів, розташованих удовж довжини корпусу для розподілу речовини при виконанні етапу в).
5. Спосіб за будь-яким з пп. 2-4, який відрізняється тим, що зовнішнє джерело включає засоби для нагрівання води.
6. Спосіб за будь-яким з пп. 1-5, який відрізняється тим, що речовина первісно перебуває у принаймні частково загущеному стані, і відбувається обмін теплотою між теплообмінником та речовиною згідно з етапом а) принаймні доти, доки кількість речовини не розплавиться, до початку здійснення етапів б) та в).
7. Спосіб за будь-яким з пп. 1-6, який відрізняється тим, що цей спосіб застосовують для розплавлення харчової затвердлої олії або жиру.
8. Пристрій для підвищення температури речовини у контейнері, коли речовина первісно перебуває у принаймні частково загущеному стані, вищезгаданий пристрій включає принаймні один теплообмінник, пристосований для обміну теплотою з речовиною, коли теплообмінник є розташованим у контейнері, причому пристрій також включає засоби перекачування та напрямні засоби для витіснення речовини у контейнері, і вищезгадані засоби перекачування та напрямні засоби є пристосованими для перемішування речовини і для збільшення теплообміну між теплообмінником та речовиною, коли речовина витісняється.
9. Пристрій за п. 8, який відрізняється тим, що теплообмінник передбачається для з'єднання з зовнішнім джерелом для передачі теплоти до речовини у контейнері.
10. Пристрій за п. 8 або 9, який відрізняється тим, що пристрій включає засіб контролю для регулювання потоку середовища, яке переносить теплоту між зовнішнім джерелом та теплообмінником.
11. Пристрій за будь-яким з пп. 8-10, який відрізняється тим, що контейнер є пристосованим для транспортування принаймні однієї наливної речовини, включаючи принаймні одну речовину у текучому та/або загущеному стані.

(19) UA (11) 87680 (13) C2

12. Пристрій за будь-яким з пп. 8-11, який **відрізняється** тим, що пристрій об'єднують з контейнером на переробному заводі.

13. Система, яка включає контейнер, пристосований для зберігання речовини, теплообмінник з принаймні однією видовженою циліндричною поверхнею всередині контейнера та напрямні засоби, пристосовані для спрямування речовини уздовж вищезгаданої поверхні теплообмінника, вищезгадані напрямні засоби включають корпус, розташований по суті концентрично навколо вищезгаданого теплообмінника і пристосований для приймання потоку речовини, причому корпус включає певну кількість отворів, розташованих уздовж довжини вищезгаданого корпусу для розподілу вищезгаданого потоку речовини за його наявності.

14. Система за п. 13, яка **відрізняється** тим, що теплообмінник забезпечується нижньою стороною контейнера.

15. Система за п. 13 або 14, яка **відрізняється** тим, що теплообмінник є пристосованим за допомогою з'єднувальних засобів для з'єднання з засобами перекачування для забезпечення вищезгаданого потоку речовини.

16. Система за будь-яким з пп. 13-15, яка **відрізняється** тим, що контейнер є пристосованим для транспортування принаймні однієї наливної речовини, включаючи принаймні одну речовину у текучому та/або загущеному стані.

17. Система за будь-яким з пп. 13-16, яка **відрізняється** тим, що контейнер належить до типу, який виконують, головним чином, з полімерного матеріалу.

18. Теплообмінник, який включає видовжену і практично циліндричну секцію, пристосовану для теплообміну з речовиною, причому напрямні засоби, які включають корпус, є розташованими по суті концентрично навколо вищезгаданого теплообмінника і пристосованими для приймання та спрямування потоку вищезгаданої речовини уздовж вищезгаданої секції, і корпус включає певну кількість

отворів, розташованих уздовж довжини вищезгаданого корпусу для розподілу вищезгаданого потоку речовини за його наявності.

19. Теплообмінник за п. 18, який **відрізняється** тим, що теплообмінник включає з'єднувальні засоби, пристосовані для з'єднання теплообмінника з фланцем або кінцем труби.

20. Теплообмінник за п. 18 або 19, який **відрізняється** тим, що циліндричний відрізок є першою трубою, яка включає перший та другий кінець, і цей другий кінець є закритим, і друга труба є розташованою по суті концентрично всередині циліндричного відрізка, вищезгадана друга труба є розташованою з першим кінцем біля другого кінця циліндричного відрізка і другим кінцем біля першого кінця циліндричного відрізка, причому середовище, яке переносить теплоту, може переноситись від другого до першого кінця другої труби і далі від другого до першого кінця циліндричного відрізка.

21. Теплообмінник за п. 20, який **відрізняється** тим, що другий кінець другої труби з'єднується з засобами для приймання середовища, яке переносить теплоту, і перший кінець циліндричного відрізка з'єднується з засобами для повернення вищезгаданого середовища, яке переносить теплоту.

22. Теплообмінник за п. 18 або 19, який **відрізняється** тим, що циліндричний відрізок включає дві практично паралельні труби, з'єднані на їхніх внутрішніх кінцях, і середовище, яке переносить теплоту, може переноситись через вищезгадані з'єднані труби.

23. Теплообмінник за будь-яким з пп. 18-21, який **відрізняється** тим, що теплообмінник включає принаймні один отвір, пристосований для зливання речовини з частини теплообмінника і виливання через вищезгаданий отвір, причому вищезгадана частина теплообмінника включає отвір, пристосований для приймання речовини, коли теплообмінник є встановленим у контейнері, що містить вищезгадану речовину.

Даний винахід стосується способу підвищення температури речовини, яка первісно перебуває у принаймні частково загущеному стані в контейнері, причому в контейнері розташовується принаймні один теплообмінник. Винахід також стосується пристрою, системи та теплообмінника.

Зазвичай цистерни для вміщення речовин оснащують спіральним теплообмінником, зануреним у речовину, або гелікоїдальний теплообмінник є намотаним навколо цистерни для нагрівання такої речовини. Нагрівання речовини здійснюють з різними цілями, наприклад, для варіння речовини, для зміни в'язкості речовини, для прискорення хімічного процесу між сполуками у речовині і т. ін.

Активну поверхню теплообмінника нагрівають до температури, яка принаймні дорівнює потрібній температурі речовини, тобто є присутньою різниця температур. Для досягнення потрібної температури за короткий час зазвичай збільшують різницю температур. У разі, коли речовина або одна або

кілька фракцій речовини є чутливими до високих температур, температура теплообмінника все ж має підтримуватися на рівні, який є нижчим або дорівнює максимально допустимій температурі. Для деяких речовин максимальна температура може бути досить низькою, і якщо у цистерну помістити велику кількість речовини, то час нагрівання речовини може бути дуже довгим. Та ж сама проблема виникає й при охолодженні речовини. Це явище також відоме як ефект снігової баби. Коли сніг скатують у великі кулі, як для снігової баби, потрібно дуже багато часу, щоб він розтанув, порівняно з такою самою кількістю снігу, який вільно лежить після випадіння на землю.

Прикладом ситуації, коли зміна температури є досить тривалою, є наливна рослинна олія у пластиковій тарі. Такі пластикові контейнери є відомими, наприклад, як м'які резервуари або інші подібні вмістища з місткістю від одного до багатьох тисяч літрів, наприклад, від Trans Ocean Distribution

(www.todbulk.com) або John S Braid & Co Ltd (www.braidco.com). Під час транспортування на-вколишня температура може бути нижчою за точку плавлення олії, через що олія поступово загусає. Для того, щоб спорожнити контейнер, затвердлу олію треба розплавляти у місці призначення. Таким чином, контейнер з самого початку поміщують на нагрівний мат перед заповненням олією. Після прибуття до місця призначення нагрівний мат повинен бути увімкнений протягом кількох днів, наприклад, від чотирьох до п'яти днів, залежно від розміру контейнера, доки олія не розплавиться і не стане придатною для виливання. Велика тривалість викликається, головним чином, великою кількістю олії та тим, що температура нагрівного мата повинна бути обмежена. Причиною обмеження є пластиківий матеріал, з якого виготовляють контейнер і який витримує лише певну температуру, а також - що є більш важливим - те, що рослинна олія повністю втрачає якість, якщо її надмірно нагріти. Крім того, тиск теплоносіїв (води або пари) не може бути підвищений, оскільки труби у нагрівному маті та фітинги мають розмір, який не дозволяє витримувати підвищені навантаження високого тиску.

Іншу систему нагріву, описану в US 2522948, застосовують для охолодження води або іншої рідини. Рідину закачують у цистерну через теплообмінник, який складається з певної кількості паралельних труб у корпусі. Пройшовши через труби, охолоджена рідина витікає з іншого відкритого кінця корпусу, найбільш віддаленого всередині цистерни, і змішується з рештою рідини. Рідину викачують з вихідного отвору у дні цистерни, і вона циркулює до досягнення потрібної температури. Хоча теплообмінник також може застосовуватися для нагрівання, насос може працювати лише з рідинами, а не з речовинами, які попередньо були частково загущені і не піддаються перекачуванню. Крім того, обмін теплотою між підданою теплообмінній рідиною та іншою речовиною не може бути дуже ефективним, оскільки рідина лише циркулює по системі, і змішування відбувається лише поблизу від внутрішнього кінця теплообмінника. Це призводить до великої різниці температур у різних місцях всередині цистерни та збільшення загального часу на охолодження. Крім того, система потребує значного простору поза межами цистерни, оскільки рідина, а отже, і система трубопроводів, залишає цистерну з одного кінця і потрапляє до неї з іншого. Таким чином, вимагаються кілька фітингів та отворів у цистерні, а також доступ до головної частини з зовнішнього боку цистерни, що не завжди є практичним.

У US 6002838 описано цистерну для зберігання та вивантаження рідин, які нагріваються під час вивантаження. Цистерна розділяється на дві камери з відносно малим отвором між ними і з теплообмінником, розташованим у меншій камері. Рідина прокачується через обмінник і викачується, причому її певна частина вивантажується остаточно, а решта знову закачується у малу камеру. Як і у вищеописаному патенті, певну частину рідини піддають рециркуляції для сприяння нагріванню решти рідини. Однак при цьому не досягається ефект перемішування. Крім того, вищеописаний

спосіб передбачає спеціальну конструкцію цистерни для зберігання з вбудованими камерами, і, таким чином, спосіб не може бути застосований до стандартних цистерн. І нарешті, спосіб не забезпечує розв'язання проблеми нагрівання речовини, яка початково не перебуває у стані, що піддається перекачуванню.

Дещо подібний нагрівальний пристрій описаний у US 3856078. Там теплообмінник поміщено в окрему і добре ізольовану камеру у нижній частині ємності з лише одним отвором до решти ємності. Насос розміщують коло нижнього кінця теплообмінника і сили рідини (особливо важкі олії) проходять крізь парові труби в теплообміннику та циркулюють до деякого ступеня в ізольованій камері. Нагрів здійснюють паралельно з вивантаженням рідини як частини нагрітої рідини, яку вивантажують напряму, коли вона нагріта, тоді як іншу частину знову вводять в ємність і протікає уздовж зовнішньої частини теплообмінника, але ще всередині ізольованої камери. Однак, цей пристрій як і вказаний раніше, не призначений для нагріву всієї рідини, але для нагріву лише обмеженої кількості в сполученні з тією, яку вивантажують.

Одна мета полягає у досягненні відносно швидкого підвищення температури всієї цистерни, наповненої речовиною, яка первісно перебуває у принаймні частково загущеному стані. Інша мета полягає у досягненні відносно швидкого підвищення температури, також у разі коли допускається обмежена різниця температур або максимальна температура.

Інші цілі впливають з будь-якої частини опису.

Відповідно, винахід забезпечує спосіб підвищення температури речовини, коли речовина первісно перебуває у принаймні частково загущеному стані, як заявлено у п.1 формули винаходу, і пропонуються засоби перекачування для витіснення речовини, причому вищезгаданий спосіб включає етапи:

а) обміну теплотою між теплообмінником та речовиною,

б) витіснення речовини за допомогою засобів перекачування для збільшення обміну теплотою між теплообмінником та речовиною,

в) перемішування речовини за допомогою засобів перекачування шляхом витіснення речовини всередині контейнера.

Коли речовина, яка первісно перебуває у принаймні частково загущеному стані, витісняється згідно з етапом б), не лише стояча речовина перебуває у контакті з теплообмінником для обміну теплотою згідно з етапом а). Кількість речовини, яка перебуває у контакті з теплообмінником, таким чином, значно підвищується, і передача теплоти менше залежить від теплопровідності речовини. Коли речовину далі перемішують згідно з етапом в), досягається ситуація, коли речовина після контакту з теплообмінником, переноситься від теплообмінника і змішується з рештою речовини, завдяки чому також відбувається теплообмін між підданою теплообмінній речовиною та рештою речовини, що є значним удосконаленням порівняно з самим лише обміном теплотою з теплообмінником. Етап в) також дозволяє досягти ситуації,

коли речовина, витіснена з теплообмінника, переноситься до теплообмінника, причому теплообмінник може обмінюватися теплотою з усією речовиною за короткий час, що також знижує залежність від теплопровідності речовини.

Спосіб в оптимальному варіанті може включати з'єднання теплообмінника з зовнішнім джерелом для передачі теплоти до речовини у контейнері, і джерело та засоби перекачування координуються контрольними засобами для контролювання температури речовини. Таким чином, зовнішнє джерело для передачі теплоти до речовини або від неї має бути передбачене лише у місці, в якому має відбуватися передача теплоти. Завдяки координуванню джерела та засобів перекачування може бути досягнуте більш м'яке поводження з речовиною, наприклад, через регулювання кількості речовини, яка перекачується за одиницю часу, відносно кількості теплоти, яка переноситься до джерела або від нього, наприклад, для запобігання перегріванню, а також досягнення повного контролю над діапазоном температур речовини.

Теплообмінник в оптимальному варіанті може включати видовжену циліндричну поверхню, і передбачаються напрямні засоби для спрямування речовини уздовж вищезгаданої поверхні при виконанні етапу б), вищезгадані напрямні засоби є зв'язаними з засобами перекачування. Коли речовина спрямовується уздовж поверхні теплообмінника, досягається збільшення передачі теплоти між речовиною та теплообмінником, оскільки речовина може взаємодіяти з теплообмінником уздовж поверхні, а не обмежується певною частиною поверхні.

Напрямні засоби в оптимальному варіанті втілення можуть включати корпус, розташований по суті концентрично навколо теплообмінника, вищезгаданий корпус включає певну кількість отворів, розташованих удовж довжини корпусу для розподілу речовини при виконанні етапу в). Таким чином, досягається передача теплоти між речовиною та теплообмінником, а також ефект перемішування речовини, коли вона розподіляється через отвори. Порівняно з передачею теплоти від речовини та до неї, коли вона перебуває у статичному стані, розподіл та виникаючий в результаті ефект перемішування значною мірою поліпшують передачу теплоти до всієї кількості речовини або від неї. У разі, коли спосіб включає розплавлення загущеної речовини, завдяки напрямним засобам, які включають корпус, розташований по суті концентрично навколо теплообмінника, досягається ситуація, коли речовина, яка міститься у напрямних засобах, спочатку може бути розплавлена теплотою від теплообмінника, після чого розплавлена речовина може розподілятися у решті речовини, яка ще перебуває у загущеному стані, завдяки чому досягається пряма передача теплоти до цієї частини.

Етап в) в оптимальному варіанті може передбачати, щоб речовина витісняється через принаймні один засіб у формі форсунки для збільшення швидкості потоку під час перемішування. При підвищенні швидкості потоку ефект перемішування поліпшується, а з ним і передача теплоти до речо-

вини або від неї. Завдяки кільком форсункам або засобам у формі насадок, які розташовуються у різних позиціях і мають різні розміри, перемішування може добре контролюватися таким чином, щоб змішування нагрітої речовини з не нагрітою речовиною могло бути досягнуте в усіх частинах цистерни, і навіть у кутах, найвіддаленіших від теплообмінника. У найпростішій конструкції форсунки можуть бути отворами.

Зовнішнє джерело в оптимальному варіанті втілення може включати засоби для нагрівання води. Засоби для нагрівання води зазвичай є доступними за відносно низьку ціну. Вода є нейтральною до середовища, і у разі випадкового витікання певної кількості води це не завдає шкоди.

Спосіб в оптимальному варіанті застосовують, коли речовина первісно перебуває у принаймні частково загущеному стані, і відбувається обмін теплотою між теплообмінником та речовиною згідно з етапом а) принаймні доти, доки кількість речовини не розплавиться, до початку етапів б) та в). Спосіб є особливо придатним для розплавлення частково загущеної речовини.

В оптимальному варіанті спосіб застосовують для розплавлення харчової загущеної олії або жиру. Олію або жир, наприклад, рослинного походження, часто виробляють поблизу від плантацій або на технологічних установках, розташованих у місцях, віддалених від місця використання. Таким чином, їх перевозять водним транспортом, і перевезення може займати кілька днів або тижнів, що становить достатній час для охолодження за нашкодиливої температури до температури, нижчої за температуру плавлення. Для спорожнення контейнерів, у яких зберігають таку олію або жир, олія або жир повинні бути розплавлені для забезпечення можливості зливання або викачування.

Крім того, оскільки теплообмінник розташовується всередині контейнера, пристрій потребує мінімального простору як під час транспортування контейнера, так і під час самого процесу нагрівання. Таким чином, спосіб нагрівання може бути застосований навіть тоді, коли вільний простір є обмеженим. Крім того, теплообмінник згідно з винаходом лише вставляють і монтують на контейнері в одному місці, і доступ до інших сторін контейнера, таким чином, не є обов'язковим. Це також є великою перевагою при застосуванні з такими речовинами, як, наприклад, харчові олії або жир, які спочатку заливають у м'який резервуар, розташований всередині транспортної тари для додаткової стійкості та міцності під час перевезення. У даному разі доступ до м'якого резервуара обмежується лише однією стороною м'якого резервуара всередині контейнера, але при застосуванні описаного винаходу це не викликає жодних проблем.

Винахід також стосується пристрою для підвищення температури речовини, в якому речовина первісно перебуває у принаймні частково загущеному стані у контейнері, вищезгаданий пристрій включає принаймні один теплообмінник, пристосований для обміну теплотою з речовиною, коли теплообмінник є розташованим у контейнері, причому пристрій також включає засоби перекачування та напрямні засоби для витіснення речовини у

контейнері, вищезгадані засоби перекачування та напрямні засоби є пристосованими для перемішування речовини і для збільшення теплообміну між теплообмінником та речовиною, коли речовина витісняється. Коли відбувається обмін теплотою між речовиною та теплообмінником у контейнері, і речовина витісняється засобами перекачування та напрямними засобами для перемішування речовини, не лише стояча речовина перебуває у контакті з теплообмінником для обміну теплотою, завдяки чому теплообмін значно поліпшується. Кількість речовини у контакті з теплообмінником збільшується, і теплообмін менше залежить від теплопровідності речовини.

Оптимальні варіанти втілення пристрою згідно з винаходом є предметом залежних пунктів формули 9-12.

Винахід також стосується системи, яка включає контейнер, пристосований для зберігання речовини, теплообмінник з принаймні однією видовженою циліндричною поверхнею всередині контейнера та напрямні засоби, пристосовані для спрямування речовини уздовж вищезгаданої поверхні теплообмінника, вищезгадані напрямні засоби включають корпус, розташований по суті концентрично навколо вищезгаданого теплообмінника і пристосований для приймання потоку речовини, причому корпус включає певну кількість отворів, розташованих уздовж довжини вищезгаданого корпусу для розподілу вищезгаданого потоку речовини за його наявності.

Оптимальні варіанти втілення системи згідно з винаходом є предметом залежних пунктів формули 14-17.

Винахід також стосується теплообмінника, який включає видовжену і практично циліндричну секцію, пристосовану для теплообміну з речовиною, причому напрямні засоби, які включають корпус, є розташованими по суті концентрично навколо вищезгаданого теплообмінника і пристосованими для приймання та спрямування потоку вищезгаданої речовини уздовж вищезгаданої секції, і корпус включає певну кількість отворів, розташованих уздовж довжини вищезгаданого корпусу для розподілу вищезгаданого потоку речовини за його наявності.

Оптимальні варіанти втілення теплообмінника згідно з винаходом є предметом залежних пунктів формули 19-23.

Далі винахід описано з посиланням на фігури, які показують приклади варіантів втілення винаходу.

Фіг.1a показує вигляд збоку теплообмінника згідно з винаходом.

Фіг.1b показує вигляд спереду теплообмінника, показаного на Фіг.1a.

Фіг.2 показує розріз по лінії Y-Y з Фіг.1b.

Фіг.3 показує розріз по лінії X-X з Фіг.1a.

Фіг.4 показує вигляд у розрізі теплообмінника, встановленого у контейнері.

Фіг.5a показує вигляд у перспективі теплообмінника, встановленого у контейнері.

Фіг.5b показує деталь Z з Фіг.5a у збільшеному форматі.

Фіг.6 показує спрощену схему рециркуляції середовища, яке переносить теплоту до теплообмінника.

Фіг.7 показує спрощену схему рециркуляції речовини.

Фіг.8 показує вигляд у розрізі, який відповідає Фіг.2, з позначенням напрямків потоку середовища, яке переносить теплоту, та речовини.

Фіг.9 показує варіант втілення теплообмінника згідно з винаходом.

Фіг.10a показує варіант втілення теплообмінника згідно з винаходом, показаний у боковій проекції.

Фіг.10b показує теплообмінник з Фіг.10a, показаний у горизонтальній проекції.

Фіг.10c показує теплообмінник з Фіг.10a, показаний з торця.

На фігурах показано різні труби, зображені без зварювання, паяння і т. ін. для з'єднання та складання вищезгаданих труб. Такі з'єднання є традиційними для спеціалістів у даній галузі, а отже, для спрощення не показуються. Відносні розміри теплообмінника з Фіг.1-3 та 9-10 показано фактично у масштабі.

Фіг.1a та 1b показують теплообмінник 2, який включає напрямні засоби, включаючи корпус 6 з отворами 7. Теплообмінник 2 також включає отвори 18, 19, 20, 21 та 24. Отвори 19 та 20 є пристосованими для з'єднання з джерелом для передачі теплоти до теплообмінника або від нього, наприклад, нагрітою водою або паром, яка рециркулює до теплообмінника 2, через отвори. Для утворення шляху внутрішнього потоку у теплообміннику 2, передбачено секції труб 31-33. Теплообмінник також включає випускную частину 29, яка має отвір 24, з'єднаний з отвором 18. Випускна частина 29 включає циліндричний відрізок 14, пристосований для приймання муфти.

Фіг.2 та 3 показують теплообмінник 2, який включає видовжений циліндричний відрізок 4, утворений трубою 8 з першим кінцем 9 та закритим другим кінцем 10. Труба 8 з'єднується з трубою 32 і від неї йде до отвору 20. Всередині труби 8 розташовується друга труба 15, яка має відкритий перший кінець 16, розташований біля закритого першого кінця 10. Труба 15 другим кінцем 17 з'єднується з трубою 33, яка проходить угору, входячи в отвір 19. Труба 8 концентрично оточується напрямним засобом, яким у даному разі є корпус 6, утворений трубою, яка має певну кількість отворів 7, вищезгадані отвори в оптимальному варіанті спрямовуються вгору і вбік. Корпус 6 з'єднується з трубою 31 і від неї йде до отвору 21. Випускна частина 29 є приєднаною навколо корпусу 6 і включає отвір 24. Випускна частина 29 також включає з'єднання з отвором 18.

Фіг.4 показує теплообмінник 2, який має корпус 6 та видовжену циліндричну поверхню 4, а також випускную частину 29, яка включає циліндричний відрізок 14. Теплообмінник 2 є приєднаним до стінки 25 не показаного на фігурі контейнера з корпусом 6 та поверхнею 4, яка на довжину L входить у контейнер. Довжина L в оптимальному варіанті практично відповідає довжині/глибині/ширині контейнера для посилення функції теплообмінника в активованому стані. Теплообмінник 2 з'єднується з

трубою 23 з не показаним на фігурі з'єднанням, наприклад, Штрауба, яке ефективно закриває будь-який зазор між трубою 23 та циліндричним відрізком 14 випускної частини 29. Труба 23 з'єднується з фланцями 27 та 26, які приєднуються до стінки 25. Для приєднання труби 23 застосовують болти 28. Таким чином у не показаний на фігурі отвір 24 - див., наприклад, Фіг.2 - може прийматися речовина з контейнера через трубу 23. На Фіг.5а та 5b теплообмінник 2 приєднується через фланці 26 та 27 до стінки 25 контейнера 34. Корпус 6 та видовжена циліндрична поверхня 4 входять у контейнер 34.

Фіг.6 показує теплообмінник 2, розташований, як показано на Фіг.5а та 5b. Контейнер 34, корпус 6 та видовжена циліндрична поверхня 4 для спрощення не показуються. Середовище, яке переносить теплоту, нагрівається у бойлері, наприклад, працюючому на рідкому паливі 44, і через з'єднання 37 переноситься до отвору 20. Відсічні клапани 35 та 36 мають отвори 19 та 20. Середовище, яке переносить теплоту, виходить через отвір 19 і переноситься до перекачувального насоса 42 через з'єднання 38. Від перекачувального насоса середовище, яке переносить теплоту, переноситься назад до бойлера 44 через з'єднання 39. Розширювальний бак 43 з'єднується зі з'єднанням 38 через з'єднання 40. Різні фітинги, клапани і т. ін., які є зрозумілими спеціалістам у даній галузі, для спрощення не показуються. Напрямок переміщення середовища, яке переносить теплоту, через теплообмінник, звичайно, може бути зворотним.

На Фіг.7 речовина перекачується від відцентрового насоса 48 до отвору 21 у теплообміннику 2 через з'єднання 50. Відсічні клапани 45 та 46 мають отвори 18 та 21. Термометр 47 відстежує температуру речовини. Речовина з контейнера виходить крізь отвір 18 і переміщується до відцентрового насоса 48 через з'єднання 49. Різні фітинги, клапани і т. ін., які є зрозумілими спеціалістами у даній галузі, також для спрощення не показуються.

Слід розуміти, що зовнішні елементи, показані як Фігури 6 та 7, з'єднуються одночасно для функціонування теплообмінника 2. Два окремі фігури показано виключно для спрощення. Засоби регулювання бойлера 44, перекачувальний насос 42 та відцентровий насос 48 не показуються.

У ще одному варіанті втілення винаходу до зовнішньої системи може бути підключений додатковий теплообмінник, або до, або після засобів перекачування, таким чином, прискорюючи процес нагрівання.

Фіг.8 показує теплообмінник 2, який включає видовжений циліндричний відрізок 4, утворений трубою 8 з першим кінцем 9 та закритим другим кінцем 10. Труба 8 з'єднується з трубою 32 і від неї йде до отвору 20. В середині труби 8 розташовується друга труба 15, яка має відкритий перший кінець 16, розташований біля закритого першого кінця 10. Труба 8 другим кінцем 17 з'єднується з трубою 33, яка проходить угору, входячи в отвір 19. Середовище, яке переносить теплоту, надходить крізь отвір 20 і проводиться у напрямку, показаному стрілками А. Закритим другим кінцем 10 труби 8 напрямок середовища, яке переносить

теплоту, змінюється на зворотний для надходження у другу трубу 15 біля її першого відкритого кінця 16. Середовище, яке переносить теплоту, виходить крізь отвір 19 у напрямку, вказаному стрілкою В. Труба 8 концентрично оточується напрямним засобом, яким у даному разі є корпус 6, утворений трубою, яка має певну кількість отворів 7, вищезгадані отвори в оптимальному варіанті спрямовуються вгору і вбік. Корпус 6 з'єднується з трубою 31 і від неї йде до отвору 21. Речовина надходить крізь отвір 21 і проводиться в напрямку отворів 7 у корпус 6, звідки речовина витісняється з теплообмінника 2. Напрямки потоку вказуються стрілками С. Таким чином, речовина може спочатку обмінюватися теплою з середовищем, яке переносить теплоту, через поверхню 4, після чого витісняється крізь отвори 7 для досягнення ефекту перемішування у речовині, яка оточує теплообмінник. Випускна частина 29 є приєднаною навколо корпусу 6 і включає отвір 24. Випускна частина 29 також включає з'єднання з отвором 18. Речовина, яка оточує теплообмінник, таким чином, може зливатися крізь отвір 18 через отвір 24 у випускній частині 29. Отвори 7 можуть бути оснащені форсунками для підвищення швидкості речовини для посилення ефекту перемішування.

Як правило, теплообмінник 2 є закріпленим у контейнері, такому як м'який резервуар, виконаний, головним чином, з полімерного матеріалу. Відсічні клапани є закріпленими в отворах 18-21. Речовина, яка піддається перекачуванню, після цього закачується у контейнер, в оптимальному варіанті - через отвір 18 або, в альтернативному варіанті - через отвір у верхній частині контейнера. Захоплене у контейнері повітря випускається, наприклад, шляхом застосування випускного клапана. Після заповнення контейнера випускні частини 29 та корпус 6 заповнюються речовиною. Контейнер після цього може бути поміщений у складське приміщення або перевезений до іншого місця, де речовина з часом може загустіти до консистенції, що не піддається перекачуванню. У такому разі протягом певного періоду часу здійснюють циркуляцію нагрітого середовища, наприклад, гарячої води, через труби 8 та 15, як описано вище з посиленням на Фіг.8. Завдяки цьому, принаймні речовина у корпусі 6 та випускній частині 29 відновлюється до в'язкості, яка дозволяє здійснювати перекачування, і розпочинається циркуляція речовини. Циркуляцію речовини описано вище з посиленням на Фіг.8. Коли речовина виходить крізь отвори 7 у корпусі 6, тиск у межах корпусу перетворюється на кінетичну енергію рідини. Речовина при цьому витісняється зі швидкістю, залежною від тиску, який додається насосом, у радіальних по суті напрямках відносно корпусу. Таким чином, піддана теплообмінові речовина може впливати на загущені речовини на віддалі від теплообмінника 2, а отже, поліпшувати передачу теплоти. Напрямок та швидкість витіснення речовини регулюються розташуванням та розміром отворів 7. У такий спосіб досягають ефекту перемішування відразу по досягненню ситуації, коли нагріта речовина змішується з рештою речовини не лише навколо теплообмінника, але й по всій цистерні. Завдяки цьому, значною мірою поліпшується передача те-

плоти порівняно з передачею теплоти через стоячу речовину. Ефект перемішування може бути досягнутий шляхом формування отворів 7 таким чином, щоб вони були відносно малими порівняно з розмірами труби. Отвір також може бути оснащений форсунками для додаткового збільшення кінетичної енергії витісненої речовини. Після досягнення належної в'язкості частини або всієї речовини потрібну кількість речовини видаляють із контейнера, наприклад, шляхом викачування або під дією самопливу, наприклад, шляхом нахилення контейнера.

У варіанті, альтернативному до циркуляції середовища, яке переносить теплоту, у теплообміннику, теплообмінник може бути оснащений вбудованим електронагрівальним елементом.

На Фіг.9 показано варіант втілення теплообмінника 2 згідно з даним винаходом. Як і у попередніх варіантах втілення, теплообмінник 2 включає видовжений циліндричний відрізок 4, який входить усередину контейнера (не показано), так само, як показано на Фіг.5а, і має загальну довжину, яка відповідає розмірам контейнера. Теплоносій протікає у видовженому циліндричному відрізку 4, нагріваючи речовину у корпусі 6, що оточує циліндричний відрізок 4. Теплоносій, наприклад, вода або пара надходить до теплообмінника і виходить з нього крізь отвори 19, 20. Закачана речовина надходить у корпус 6 крізь отвір 21 і виходить з корпусу 6 через певну кількість отворів 7, які діють як форсунки, що перетворюють енергію тиску речовини у межах корпусу на кінетичну енергію. Поперечний розріз корпусу 6 показано у збільшеному вигляді на фігурі. На ній розташування отворів 7 можна побачити у деталях. Такі отвори (з яких авторами показано лише кілька для пояснення) розташовуються у кількох позиціях уздовж усієї довжини корпусу 6. Позиції та розміри отворів визначають кінцевий напрямок витісненої речовини разом з її швидкістю. Таким чином, отвори розташовують таким чином, щоб досягалися максимальне перемішування та змішування речовини у будь-якому місці контейнера. Оскільки теплообмінник 2, показаний на Фіг.9, є призначеним для закріплення біля дна контейнера і дещо зміщеним в один бік, отвори 7 розташовуються у верхній частині корпусу 6. Крім того, діаметр отвору 90 розраховують для досягнення найвищої швидкості витісненої речовини, коли відстань від отвору до стінки контейнера є найдовшою. Для Підвищення нагнітального ефекту отворів краї отворів можуть бути вирізані за допомогою лазера, завдяки чому унікаються нерівності.

Як було описано вище, речовину видобувають із контейнера через отвір 24 у випускній частині 29, і вона виходить із теплообмінника крізь отвір 18. У цьому варіанті втілення випускна частина 29 входить на певну відстань у контейнер і є оснащеною численними малими отворами 91, які можна побачити у розгорнутому вигляді, включеному до Фіг.9. Малі отвори запобігають руйнуванню або складанню випускної частини 29 через різницю тиску між речовиною всередині і ззовні випускної

частини. Теплообмінник 2 є прикріпленим до контейнера на фланцях 26 та 27 традиційними засобами, такими як болти і т. ін.

Подібний варіант втілення теплообмінника 2 показано на Фігурах 10а-с у бокових, горизонтальній проекціях та з торця, відповідно. Речовина надходить до теплообмінника і виходить з нього так само, як описано на Фіг.9. У цьому варіанті втілення теплоносій протікає крізь отвір 19 через одну трубу 93, з'єднану з другою трубою 94, практично паралельною першій і виходить крізь отвір 20. Це найкраще можна побачити на Фіг.10b. Труби 93, 94 проходять у межах корпусу 6 по всій його довжині. Цей альтернативний варіант втілення є вигідним завдяки отриманню високої ефективності нагріву і простому та дешевому виробництву.

Приклад 1

Сталевий резервуар з розмірами 1x1x1м і об'ємом 1м оснащують теплообмінником, який має конструкцію, що відповідає Фігурам 1-3 та 8. Корпус 6 виконують зі сталеві труби 83x80мм (внутрішній діаметр 80мм та зовнішній діаметр 83мм). Трубу 8 виконують зі сталеві труби 63x60мм, а трубу 15 - зі сталеві труби 32x30мм. Довжина L становить 0,9м, і корпус 6 має два отвори 7, орієнтовані вгору, та чотири отвори 7, орієнтовані в сторони (по два у кожен бік), причому такий отвір 7 має діаметр 10мм. У сталевий резервуар заливали 800кг Confao™35 (постачальник: Aarhus United, 8000 Aarhus, Данія). Confao™35 є кондитерським жиром на основі гідрогенізованих рослинних олій нелауринового походження, з такими типовими показниками:

- Точка плавлення (slip)=37°C (згідно з AOCS Cc 3-25)

- Транс-жирні кислоти=43% (згідно з IUPAC 2.304)

Рослинні олії зазвичай мають такі пов'язані з нагріванням показники:

- Рідкі жири: питома теплоємність=2,1кДж/(кгК)

- Теплоплавлення=185-210кДж/кг

Після заповнення резервуар тримають протягом трьох днів у складському приміщенні, яке має температуру 5 градусів за Цельсієм, за якої олія загусає. Нагріта вода, яку застосовують як середовище, яке переносить теплоту, циркулює в теплообміннику, як описано з посиланням на Фіг.6. Після розплавлення затвердлої олії у теплообміннику розпочинають витіснення та циркуляцію розплавленої олії і продовжують до розплавлення всієї олії та досягнення рівномірної температури олії.

Випробування здійснювали тричі при температурі середовища, яке переносить теплоту (води) 90°C, 75°C та 65°C, відповідно. Швидкість потоку води крізь теплообмінник становила приблизно 1літр/секунду. Вчетверте як середовище, яке переносить теплоту, застосовувати пару під тиском 1,8бар і при температурі 131°C. Усі чотири рази температуру олії у резервуарі фіксували на початку і наприкінці. Фіксували також витрачений час.

Таблиця 1

Результати випробувань

Температура середовища, яке переносить теплоту	Початкова температура олії [°C]	Кінцева температура олії* [°C]	Час для розплавлення [години]
Вода 90°C	11,9	39,5	6,33
Вода 75°C	11,9	38,1	8,33
Вода 65°C	11,9	36,4	10,50
Пара 1,8бар	9,7	36,4	3,33

* Температура олії під час розплавлення всієї олії, яку визначають шляхом візуального огляду.

Приклад 2

24000-літровий м'який резервуар "multi-ply" одноразового використання від Braid & Co поміщали у 20' сухий контейнер. М'який резервуар оснащали теплообмінником, як показано на Фіг.5а. Теплообмінник (пор. Фіг.8) мав довжину 5,3 метра та діаметр 84мм. Зовнішній циліндричний корпус мав двадцять отворів по 10мм, рівномірно розподілених з двох боків і у верхній частині для розподілу потоку матеріалу.

М'який резервуар після цього заповнювали 17,5 метричної тонни Shokao™ 94 (Aarhus United, Данія). Shokao™ 94 є заміником маслом какао на основі фракціонованої й негідрогенізованої нелайрилової олії з точкою плавлення 32°C. Жир є поліморфним і поводить себе як масло какао. Для охолодження та кристалізації жиру контейнер тримали за межах приміщення протягом шести тиж-

нів за середньої температури приблизно 2°C. Теплообмінник було оснащено нагрівачем, як показано на Фіг.6. Насосом, поз.42, був Grundfoss CP8-40, пристосований для циркуляції води зі швидкістю потоку 11м³/год. Крім того, теплообмінник було оснащено засобом циркуляції, як показано на Фіг.7. Насосом, поз.48, був KSB Etachrom BC032-125/302, пристосований для швидкості потоку 15м³/год. Датчики температури було встановлено в лінію для циркуляції води та випробуваного матеріалу. Так само встановлювали датчик у верхній частині м'якого резервуара. Усі показники температури записували одночасно з 10-хвилинними інтервалами.

Випробування розпочинали 24 лютого 2004р., і процедура початку була такою, як описано у Прикладі 1. Отримували такі результати:

Часу годинах	Температура нагрівальної води у °C	Температура циркулюючої олії у °C	Температура у верхній частині м'якого резервуара у °C
5	80,4	42,9	7,7
10	80,4	39,3	5,7
15	71,0	39,3	4,6
20	77,7	39,3	4,6
25	80,4	39,3	8,4
30	75,0	39,3	14,5
35	72,3	39,3	32,2
40	72,3	39,3	33,3
45	76,3	40,5	34,1
50	72,3	42,9	36,5

В інтервалі часу від 10 до 40 годин плавлення відбувається у стійкому стані, на що вказує постійна температура циркулюючої олії. Крім того, можна побачити, що маса матеріалу розплавляється в інтервалі часу від 35 до 40 годин, на що вказує температура на рівні або вище точки плавлення матеріалу у верхній частині м'якого резервуара. При огляді було виявлено, що залишився шар лише приблизно 1см твердого матеріалу на віддаленому кінці м'якого резервуара.

Наприкінці випробування речовину виливали, залишаючи приблизно 30кг речовини у м'якому резервуарі.

Приклад 3

Цей приклад в цілому є продовженням прикладу 2, за винятком того, що теплообмінник та перемішувальний пристрій є оптимізованими, і зовнішній теплообмінник було включено у кругообіг розплавленої речовини з метою підвищення

передачі теплоти. Крім того, речовину перевозили до іншого контраненту для доведення можливості промислового застосування концепції винаходу, яку застосовували для речовини харчового призначення, схильної до псування під час зберігання.

24000-літровий м'який резервуар "multi-ply" одноразового використання від Braid & Co поміщали у 20' сухий контейнер. М'який резервуар оснащали теплообмінником та перемішувальним пристроєм, як показано на Фіг.5а. Теплообмінник (див. Фігури 9 та 10а-с) мав довжину 5,3 метра та діаметр 76мм. Зовнішній циліндричний корпус мав тридцять п'ять отворів, які служили як прості форсунки, рівномірно розподілені з двох боків та і верхній частині у позиціях уздовж довжини корпусу для розподілу потоку матеріалу. Отвори у корпусі мали різний діаметр і розташовувалися для забезпечення ретельного перемішування речовини (пор. Фіг.9). М'який резервуар після цього запов-

нували 20,5 метричної тонни Ilhexao™ 30-61 (Aarhus United, Данія). Ilhexao™ 30-61 є еквівалентом масла какао на основі фракціонованих і негідрогенізованих екзотичних олій з точкою плавлення (slip) 34°C. Жир є поліморфним і поводить себе як масло какао. Після охолодження контейнер перевозили як нормальний контейнерний вантаж до Бразилії. Після прибуття контейнер поміщали у приміщення під дахом і теплообмінник оснащали нагрівачем, як показано на Фіг.6, і у кругообіг циркулюючої розплавленої речовини вводили зовнішній теплообмінник (Фіг.7).

Нагрівання та розплавлення речовини здійснювали за таких параметрів:

Часу годинах	Температура нагрівальної води * у °C	Температура циркулюючої речовини у °C	Температура у верхній частині м'якого резервуара у °C
5	80	30	30
10	80	53	30
15	80	51	30
20	80	53	52
22,5	80	57	57
25	80	63	65

* Інтервал термостата $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

В інтервалі часу від 10 до 20 годин розплавлення відбувається у стійкому стані, на що вказує незмінна температура циркулюючої олії. Крім того, можна побачити, що маса матеріалу розплавляється через 20 годин, на що вказує майже ідентична температура циркулюючої речовини у верхній частині м'якого резервуара. Після вивантаження розплавленої речовини перевірка виявила, що у м'якому резервуарі залишилося менше 25кг.

Аналітичні показники, виміряні перед завантаженням і після розплавлення показали, що речовина не зазнала погіршення якості в результаті повної процедури. Було помічено лише незначну окиснювальну або термічну деструкцію.

Приклад 4 (еталон)

Цей приклад є еталонним прикладом на основі процедури існуючого рівня техніки, який застосовують на час цього винаходу.

У даному разі 24000-літровий м'який резервуар "multi-ply" одноразового використання поміщують у 20' сухий контейнер на нагрівний мат, який також називають електрогрілкою. М'який резервуар після заповнюють Sebes™ 30-86 (Aarhus United, Данія). Sebes™ 30-86 є заміником масла какао на основі фракціонованої й гідрогенізованої кісточкової пальмової олії з точкою плавлення (slip) 35°C. Після охолодження контейнер перевозять як нормальний контейнерний вантаж до Австралії.

Після прибуття труби нагрівних матів з'єднують з контурами для циркулюючої нагрівальної води. Нагрівання та розплавлення речовини здійснюють за таких параметрів:

- Швидкість потоку нагрівальної води - $2,5\text{ м}^3/\text{год}$ зі зниженням тиску 2,3бар
- Впускна температура нагрівальної води 85°C
- Випускна температура нагрівальної води 60°C

- Навколишня температура - приблизно 20°C (вночі) і 35°C (вдень)

- Швидкість потоку нагрівальної води - $12\text{ м}^3/\text{год}$.

- Швидкість потоку циркулюючої розплавленої речовини - $15\text{ м}^3/\text{год}$.

Датчики температури було встановлено в лінію для циркуляції води та розплавленої речовини. Так само встановлювали датчик у верхній частині м'якого резервуара. Усі температури записували одночасно з 3-хвилинними інтервалами. Випробування розпочинали 11 січня 2005 року, і процедура початку була такою, як у Прикладі 1. Отримували такі результати:

Нагрівання продовжують доти, доки весь матеріал не набуває рідкого стану і не стає готовим до вивантаження. Представлені нижче результати є середніми показниками на основі приблизно 240 партій, як описано вище.

Параметр	Літо	Зима
Навколишня денна температура	28°C	15°C
Навколишня нічна температура	15°C	3°C
Час розплавлення у годинах	70	90

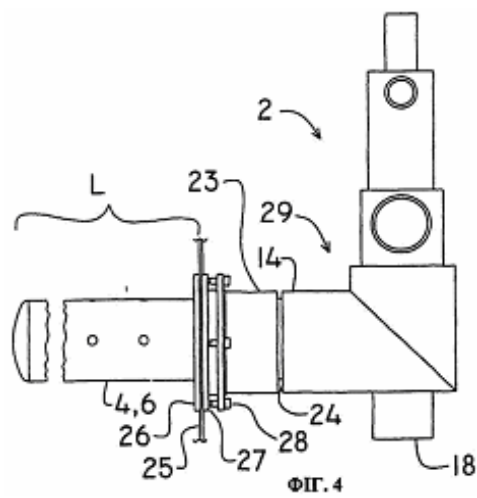
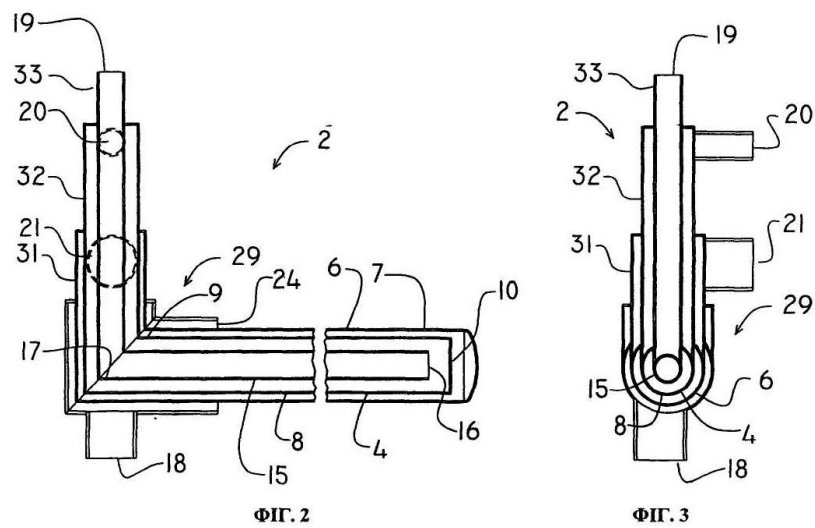
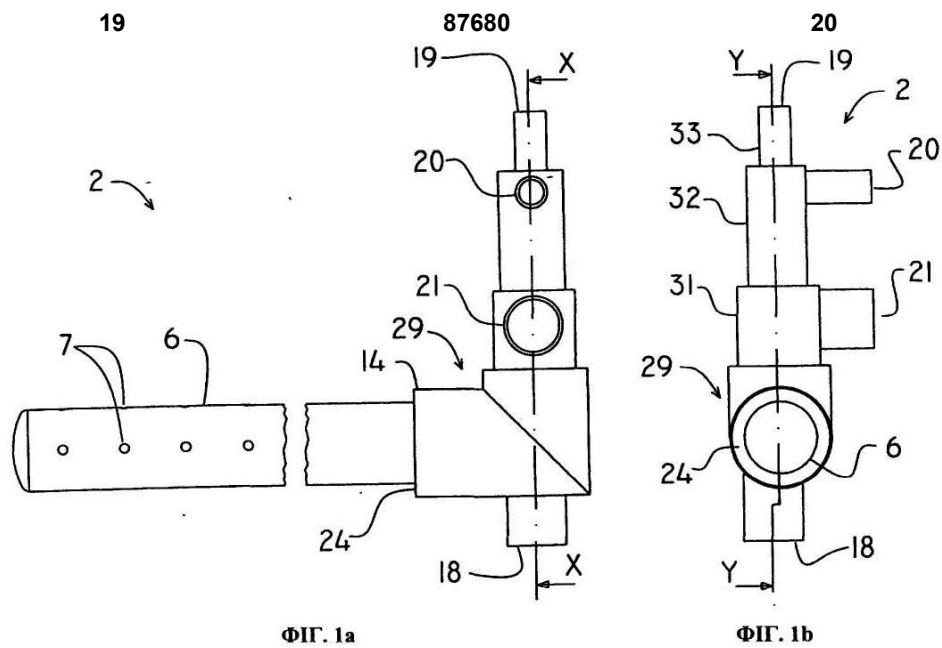
З результатів стає зрозуміло, що цей спосіб обробки наливних рідин, які є твердими при навколишній температурі, є неефективним і, відповідно, дорогим.

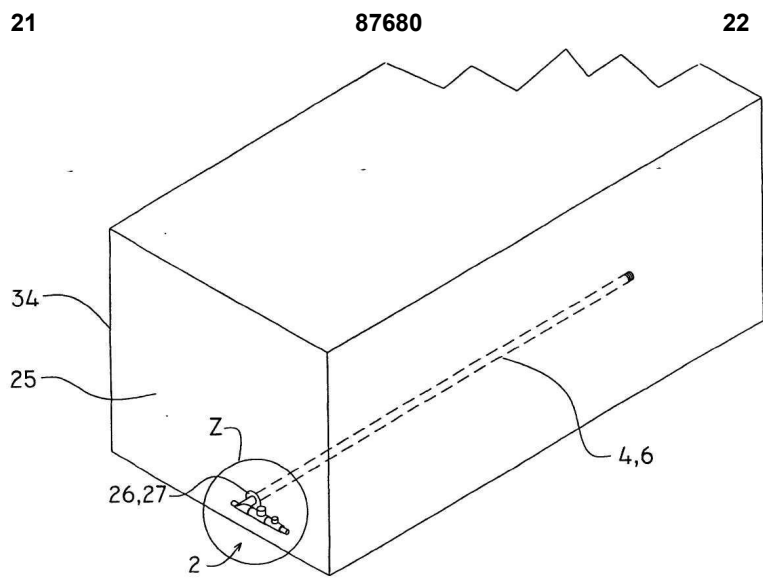
Визначення

Щоразу, коли речовина згадується у даному контексті, її слід розуміти у широкому сенсі, який включає будь-який матеріал або комбінацію матеріалів, які принаймні в одному стані мають в'язкість/консистенцію, при якій речовина може витіснятися за допомогою відомих засобів перекачування. До необмежувального списку таких речовин належать:

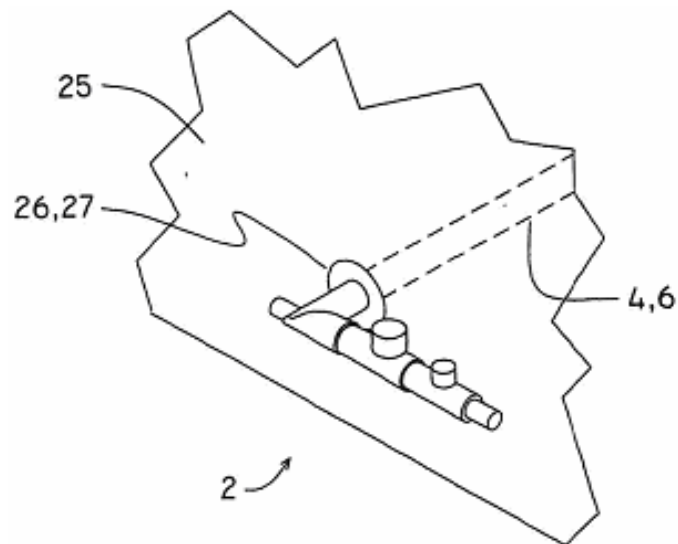
- рослинні олії або жири
- харчові олії або жири
- жирні спирти
- полігліколи
- вазелін
- твердий парафін
- природний або синтетичний каучук
- смоли

Слід розуміти, що винахід, у тій формі, в якій він розкривається в описі та на фігурах, може піддаватися модифікаціям та змінам, які охоплюються обсягом винаходу, який визначається представленою нижче формулою винаходу.

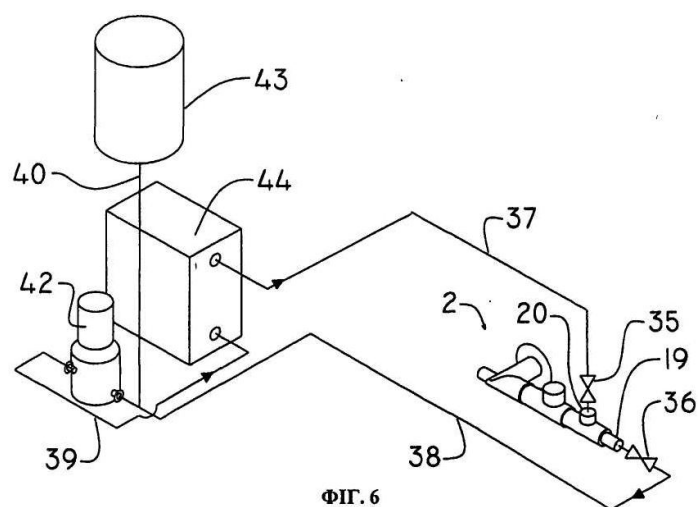




ФИГ. 5a



ФИГ. 5b

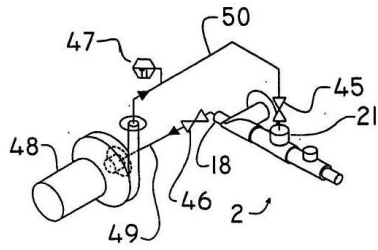


ФИГ. 6

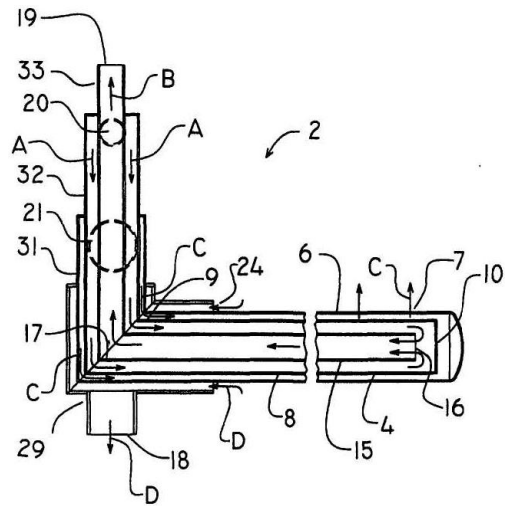
23

87680

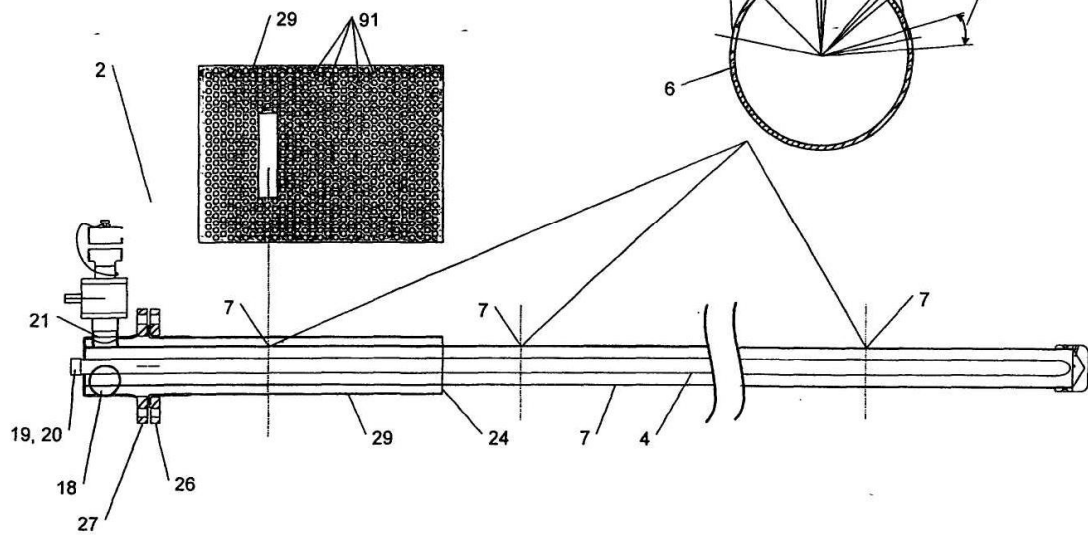
24



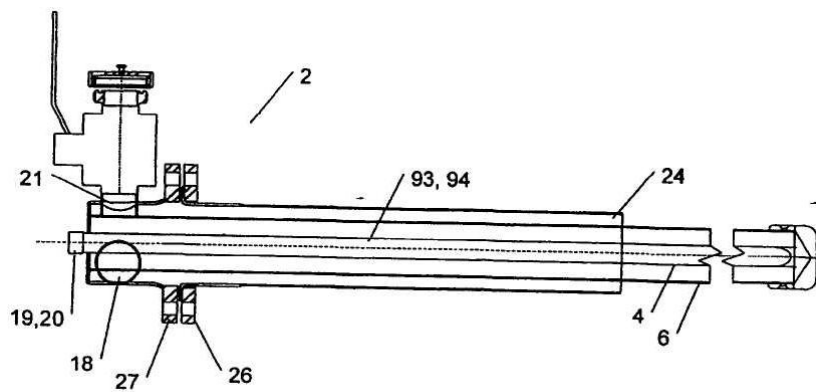
ФИГ. 7



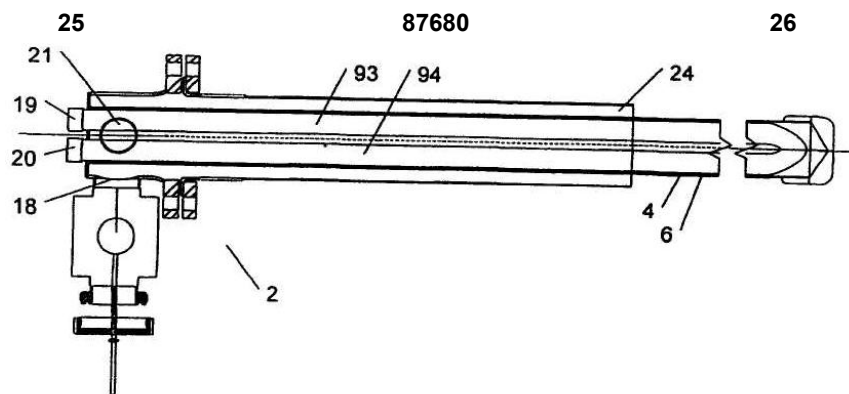
ФИГ. 8



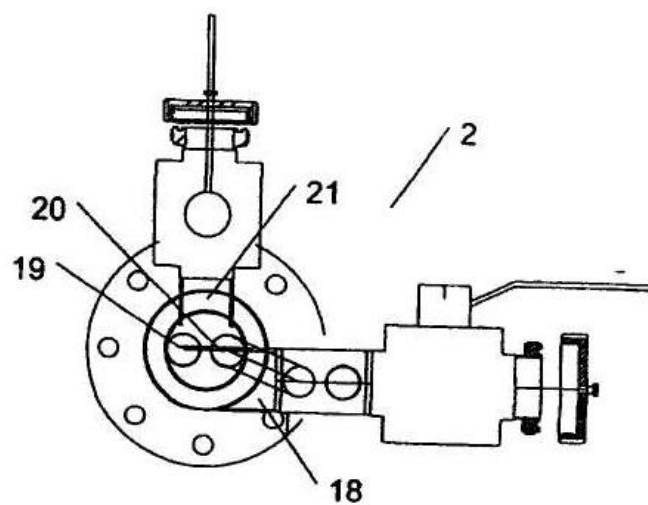
ФИГ. 9



ФИГ. 10a



ФІГ. 10b



ФІГ. 10c