



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **39196** (13) **U**
(51) МПК (2009)
C13G 1/00
C13F 1/00
B01D 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту**(54) ВУЗОЛ МЕХАНІЧНОГО ЦИРКУЛЯТОРА ВАКУУМ-ВИПАРНОГО АПАРАТУ**

1

2

(21) u200811447
(22) 25.09.2006
(24) 10.02.2009
(86) PCT/IN2006/000388, 25.09.2006
(31) 879/DEL/2006
(32) 30.03.2006
(33) IN
(31) 1699/DEL/2006
(32) 25.07.2006
(33) IN
(46) 10.02.2009, Бюл.№ 3, 2009 р.
(72) СІНДЖ ДЖАЙ ПАРКАШ, ГУПТА ВІПІН КУМАР,
СІНДЖ САРОЙ КУМАР
(73) СПРЕЙ ІНЖІНІРІНГ ДЕВАЙСІС ЛІМІТЕД
(57) 1. Вузол 1 вакуум-випарного апарата для випарювання - кристалізації цукрового розчину, який складається з: вузла механічного циркулятора 2, встановленого на днищі, вала 13 циркулятора з лопатями або іншими рушійними елементами, закріпленими на втулці, встановленій на його внутрішньому кінці, коробки передач 15 з приводом від електродвигуна 16, встановленої на його іншому (зовнішньому) кінці, засобів ущільнення: підшипника 10 та розрізного стопорного кільця, розміщеного під зазначеним підшипником 10, який відрізняється тим, що засоби ущільнення та під-

шипник зазначеного вузла механічного циркулятора 2 повністю розміщені всередині вакуум-випарного апарата.
2. Вузол за п. 1, який відрізняється тим, що засоби ущільнення та підшипник, повністю розміщені всередині вакуум-випарного апарата, знаходяться у кожусі 4.
3. Вузол за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що засіб ущільнення має механічне ущільнення 8, виготовлене з карбіду кремнію.
4. Вузол за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що підшипник 10 є захищеним.
5. Вузол за п. 4, який відрізняється тим, що підшипник 10 являє собою кульковальницю із глибокими канавками.
6. Вузол за п. 1, який відрізняється тим, що коробка передач 15 встановлена безпосередньо на днищі 3 вакуум-випарного апарата без жодних муфт чи опорних конструкцій.
7. Вузол за п. 1 або 6, який відрізняється тим, що коробка передач 15 являє собою лінійно встановлену планетарну коробку передач 15, яка має порожнистий шліцьовий вихідний вал та порожнистий вхідний вал зі шпонкою для безпосереднього осевого монтажу привода на фланці.

Корисна модель стосується сфери машинобудування. Більш конкретно, вона стосується переробного обладнання для концентрування цукрової патоки та подібного. Зокрема, вона стосується механічних циркуляторів вакуум-випарних апаратів. Ця заявка є відокремленою заявкою стосовно нашої заявки №879/DEL/2006 під назвою «Вдосконалений вертикальний вакуум-випарний апарат безперервної дії».

Відомий рівень техніки

Визначення важливих термінів:

1. Утфель:

Це суміш кристалів та маточного розчину після вакуум-випарного апарату.

2. Каландр: Обладнання, що складається з тісно розміщених металевих труб для теплообміну.

На цукрових заводах випарювання та кристалізація цукрової патоки здійснюється на спеціальних установках, які мають назву «вакуум-випарні апарати».

Відомі вакуум-випарні апарати двох типів - вакуум-випарні апарати періодичної дії і вакуум-випарні апарати безперервної дії.

Вакуум-випарний апарат періодичної дії (випарний кристалізатор періодичної дії): Він складається з вертикального циліндричного корпусу з каландром в нижній частині. Корпус має купол з сепаратором винесень (уловлювачем краплин соку), призначення якого запобігти забрудненню води у конденсаторі. Вакуум-випарні апарати періодичної дії мають практично однакову базову конфігурацію і складаються з:

(13) **U**
(11) **39196**
(19) **UA**

- центрального вертикального відвідного каналу;
- прямих бокових стінок;
- нерухомо встановленого каландру;
- каландрових труб діаметром 100 мм та довжиною 800 - 1300 мм;
- конічного днища з кутом 18 - 25 градусів; та
- засобів для інтенсифікації циркуляції.

Коли йдеться про апарати з каландрами, перевагу віддають днищам W-образної форми перед конічними днищами, оскільки W-образне днище ефективніше розподіляє утфель. («Циркуляція у вакуум-випарних апаратах». Rein. P.W. Echeverri. L.F. та Acharya, Sumanta - Journal American Society of Sugar Cane Technologists («Журнал Американського товариства технологів переробки цукрової тростини»). Vol. 24, 2004)

Вакуум-випарний апарат безперервної дії: Вони відомі двох типів, а саме вертикальні та горизонтальні.

Вертикальний вакуум-випарний апарат безперервної дії складається з кількох відсіків, або камер, кристалізації з помішуванням, з каландром (аналогічним тому, який має випарний кристалізатор періодичної дії), які встановлені одна над одною. Принципова схема кожного відсіку подібна до схеми випарного кристалізатора періодичної дії.

Важливе значення циркуляції під час переробки патоки у вакуум-випарних апаратах

Добре відоме значення циркуляції утфеля у вакуум-випарних апаратах. Вона має вплив на споживання енергії, виснаження утфеля та на якість цукру. Тому в усьому світі докладають великих зусиль, щоб розробити кращі, вдосконалені чи нові засоби для поліпшення циркуляції у вакуум-випарних апаратах. Механічні циркулятори - серед найчастіше застосовуваних таких засобів, і вони детально описані у технічних джерелах. (Патенти №№US387388 (США). US1133821 (США). US1476331 (США). US1785530 (США). US458882 (США). US2355397 (США). GB1061708 (Великобританії), US3622387 (США), US3636753 (США), DE2922265 (Німеччини). EP0065775 (Європейський), FR2695837 (Франції).

З механічною циркуляцією пов'язують різноманітні переваги на промисловому рівні, а саме:

i. Поліпшення якості продукту: Краща якість кристалів цукру. Це є наслідком кращої циркуляції, яка сприяє створенню більш рівномірних умов кристалізації в апараті. Кристали зростають більш рівномірно, і утворюється менше включень маточного розчину (Van der Poel, 1980, Rieger та ін.. 1989: Zukerindustrie («Цукрова промисловість»), 105. сс. 237-240). Цукор отримують менш забарвленим, знижується ризик втрат цукру через місцевий перегрів.

ii. Зменшення споживання води: Крім того, помішування також зменшує споживання води на відцентрове промивання на 50 %. (Van der Poel. 1980: Zukerindustrie. 105. сс. 237-240).

iii. Висота утфеля: Висоту утфеля над каландром можна збільшити набагато у порівнянні з тим рівнем, який є доцільним за умов природної циркуляції. Звідси вииграш у продуктивності та зменшення потрібного об'єму для заведення кристалів.

iv. Підвищення продуктивності: Механічна циркуляція сприяє інтенсифікації теплопередачі і за рахунок цього зменшує тривалість кип'ятіння порції, тим самим підвищуючи продуктивність.

v. Краща економіка тепла: Малі (<12°K) перепади температур нагрівальної пари та утфеля можливі лише за умови використання мішалок. Надійна робота без мішалок (механічної циркуляції) неможлива і може призводити до осадження кристалів (Austmeyer, K.E.; Schliephake. D.: Ekelhof. B.: Sittel. G. (1989): Zukerindustrie. сс. 114, 875-878). Стає можливим застосування парів більш низького тиску (наприклад, тих, що надходять після другого чи третього ступеня випарювання), що дозволяє зменшувати потреби підприємства у парі.

vi. Зменшення відкладень на трубах каландру: Спостерігається зменшення відкладень на трубах завдяки наявності ефекту стирання від тертя кристалів, що циркулюють.

Ті, хто стверджують, що отримують раціональну циркуляцію без застосування мішалок, досягають цього за рахунок простоти конструкції та економії тепла. (Патенти Індії №IN145885. IN169913 та іноземні патенти №№US4120745 (США), EP0201629 (Європейський), DE3839182 (Німеччини), FR2695837 (Франції) і патентна заявка №IN/PCT/2002/02149/CHE (Індії).

Отже, є незаперечним, що встановлення механічних циркуляторів забезпечує отримання усіх переваг, що асоціюються з доброю циркуляцією.

Взагалі, вузол механічного циркулятора складається з таких елементів:

- циркулятора з лопатями або іншими рушійними засобами;
- вертикального валу; та
- системи приводу, сполученої з цим валом.

Система приводу зазвичай складається з валу, зчіпної муфти, підшипників, зубчастої передачі, шківів та приводних пасів. Рушійна сила - від електродвигуна.

Циркулятори в апаратах можуть встановлюватися зверху чи знизу. У випадку верхньої установки механічних циркуляторів, вал циркулятора проходить по всій висоті апарата (від 5 до 8 метрів), та його верхній кінець виступає над верхньою кришкою апарата (Патенти №№US387388 (США), US1133821 (США), US247542 (США), US1785530 (США), GB458882 (Великобританії), GB1061708 (Великобританії), EP0065775 (Європейський). В інших випадках вал циркулятора введений до апарата через його нижню стінку (Патенти №№US1476331 (США), US2355397 (США), FR2695837 (Франції).

Нижня установка механічних циркуляторів дає відчутні переваги в порівнянні з верхньою: довжина валу зменшується до 1,7-2,5 метрів, проти 5-8 метрів.

Однак, незважаючи на переваги нижньої установки циркуляторів, встановлені зверху циркулятори ще є популярними в промисловості через такі практичні переваги:

i. Відпадає потреба у складній опорній конструкції: Встановлювані зверху циркулятори можна легко розмістити зверху на вакуум-випарному апараті. Навпаки, встановлювані знизу механічні цир-

кулятори потребують складної опорної конструкції, включно із фундаментом для розміщення великих і важких зубчастого приводу та/або коробки передач та для установки підшипників, бо апарат знаходиться на значній висоті від підлоги цеху.

ii. Наявність вільного місця: В апаратах з верхньою установкою місце для встановлення циркулятора не є обмеженим. Однак, у випадку встановлених знизу циркуляторів можуть виникати практичні проблеми. У випадку звичайних апаратів, встановлених на значній висоті, коли під ними знаходиться інше технологічне обладнання, наприклад, охолоджуючий кристалізатор, дефіцит місця стає проблемою.

Незалежно від того, чи існуючі механічні циркулятори встановлюються зверху чи знизу, вони так чи інакше мають певні недоліки, а саме:

- a. Великі капітальні витрати;
- b. Висока вартість технічного обслуговування;
- c. Витоки повітря та / або витоки патоки;
- d. Збільшення енергетичного навантаження,

тобто вищий рівень витрат електроенергії.

Головні причини цих недоліків такі:

1. Велика довжина валу циркулятора: Збільшена довжина валу пов'язана з кількома недоліками, а саме.

a. Навантаження: Збільшене осьове та радіальне навантаження спричинює потребу у додаткових засобах для компенсації цих навантажень.

b. Вібрація: Більш значні згинальні вібрації, які, у свою чергу, негативно впливають на ущільнення, є особливо небезпечними і створюють потребу у додаткових ущільнюючих засобах (Патент №US5078506 (США)).

c. Підшипники: Довговічність підшипників скорочується.

d. Допоміжне обладнання: Допоміжний підшипник, який застосовують на вільному кінці довгого валу для зменшення вібрації (Патенти №US1133821 (США), GB247542 (Великобританія), US1785530 (США), як виявилось, створює проблеми з точки зору центрування, змащування, корозії та технічного обслуговування.

e. Опори: Виникає потреба у додаткових опорних засобах для центрування валу, таких як фланцева муфта чи інші (Патенти №GB458882 (Великобританія), US1133821 (США)).

f. Діаметр валу: Також, із збільшенням довжини валу, для передавання потрібного обертового моменту до циркулятора діаметр цього валу має бути більшим. Це спричинює більші витрати електроенергії та потребу у більших допоміжних/опорних деталях, таких як шестірні, підшипники, ущільнення, прокладки тощо, а також більш складний корпус/фундамент для них.

2. Звичайний ущільнюючий пристрій: Використовуваний у вузлах циркуляторів вакуум-випарних апаратів для цілей ущільнення, він складається з ущільнюючих кілець (защільникове набиття), щільно впакованих довкола валу циркулятора та притиснутих пересувною деталлю, що зветься накривкою сальника, з нарізною мутрою та прокладкою. Він кріпиться у стінці апарата.

Описаний пристрій має такі недоліки:

a. Періодичне налагодження: Для компенсації фрикційного зносу треба виконувати періодичне налагодження. Якщо оператор не помітить такого зносу, він може стати причиною втрати вакууму та витоків.

b. Додатковий знос: Намагання відрегулювати сальникове ущільнення в такий спосіб, щоб отримати задовільне ущільнення на тривалий період, також спричиняє додатковий знос.

c. Періодична заміна: Також потрібно замінювати ущільнюючі кільця (сальники).

d. Забруднення: Ризик забруднення умісту вакуум-випарного апарата (патоки) крізь сальник у випадку нижньої установки механічних циркуляторів.

e. Втрати електроенергії: На ущільнюючих кільцях (сальниках) досягає 0,5 кінських сил для малих валів циркуляторів та до 5,0 кінських сил для валів більших розмірів (Joshi, M.V.: Process Equipment Design («Проектування технологічного обладнання»). 2nd Edition (друге видання), Reprint (Передрук) 1987. с. 399).

Для тих же цілей, тобто для ущільнення, у вакуум-випарних апаратах також застосовують механічні ущільнення. Однак, на відміну від конструкції за даним винаходом, де ущільнюючі пристрої повністю знаходяться всередині вакуум-випарного апарата у спеціальному кожусі, вони знаходяться повністю зовні вакуум-випарного апарату. На них діють великі радіальні та осьові змішувальні навантаження через велику довжину валу циркулятора, і вони виявилися ненадійними, такими, що потребують додаткових розв'язань для ущільнення, типу описаних у патенті №US5078506 (США).

3. Підшипники: Підшипники, які застосовуються у вузлах циркуляторів вакуум-випарних апаратів, знаходяться повністю зовні вакуум-випарного апарату для надання додаткової опори довгим валам циркуляторів. Такі підшипники повинні мати великі розміри та нести здатність через більший діаметр валу та більше осьове й радіальне навантаження.

4. Коробки передач: Ті, що застосовуються у звичайних вузлах циркуляторів вакуум-випарних апаратів, бувають конічно-зубчастого, шнекового чи гелікоїдального типу (Патенти №US387388 (США), US1133821 (США), US1476331 (США), US2355397 (США), DE2922265 (Німеччина), EP0065775 (Європейський). Привід - від електродвигуна. Ці коробки передач мають такі недоліки:

a. Високі витрати електроенергії - високий коефіцієнт тертя вимагає більшої потужності приводу;

b. Велика вага - потрібна складна опорна конструкція;

c. Великі розміри - потрібно більше місця для встановлення;

d. Високий ступінь зниження швидкості досягається лише за рахунок ефективності та розмірів;

e. Радіальні навантаження у коробці передач додаються до навантаження від валу циркулятора;

f. Відносно низька здатність передавання обертового моменту у порівнянні з розв'язанням за даною корисною моделлю;

g. Значно більш висока початкова вартість та тривалість монтажу вузла;

h. Потребують великих обсягів технічного обслуговування;

i. Великі витрати часу і праці для забезпечення належного центрування коробки передач з агрегатом, привід якого здійснюється;

j. Коробка передач не є співвісною з валом, що також є однією з причин потреби у додаткових опорних конструкціях;

k. Вартість та складна конструкція муфт зчеплення;

l. Низька надійність;

m. Високі рівні шуму;

n. Менша ефективність: механічний коефіцієнт корисної дії - в межах 40-90 %.

Дана корисна модель дозволила подолати недоліки, притаманні відомим механічним циркуляторам, що встановлюються у вакуум-випарних апаратах, завдяки простоті, але новому виконанню. Новизна конструкції за даною корисною моделлю полягає у нових конструкційних ознаках та у комбінації і взаємозв'язку відомих, комерційно доступних компонентів, завдяки чому встановлюваний знизу вузол циркулятора вакуум-випарного апарату є компактным, має зменшені розміри й вагу, є економічним, не потребує технічного обслуговування і є економічним з енергетичної точки зору.

Пошук серед патентів Індії показав, що серед відомих технічних розв'язань немає аналогічних патентів.

Мета корисної моделі:

Головною метою корисної моделі є створення встановлюваного знизу вузла механічного циркулятора для вакуум-випарного апарату, який мав би компактную конструкцію, зі зменшеною вагою та розмірами, та ефективного з енергетичної точки зору.

Інша мета - створення вузла механічного циркулятора, в якому потреби у технічному обслуговуванні є незначними, а якщо взагалі виникає така потреба, потрібний час для демонтажу та розібрання для ремонту є коротким, а потребу кожного разу заново центрувати привідний вал усунуто.

Ще іншою метою цієї корисної моделі є те, щоб цей пристрій можна було також легко сполучати з існуючими вакуум-випарними апаратами для концентрування цукрової патоки чи подібного, чи на них встановлювати, у конусі, то звужується догори, W-образного днища таких існуючих вакуум-випарних апаратів, чи то періодичної, чи безперервної дії.

Інші цілі полягають у нових комбінаціях та конфігураціях частин та у нових деталях конструкції, і усі вони будуть повністю описані далі в описі.

Короткий виклад корисної моделі:

Конструкція за корисною моделлю має певні нові ознаки стосовно конструкції, комбінації, взаємозв'язку та конфігурації складових частин, причому типове втілення її розкривається в описі та прикладених кресленнях, і завдяки ним вузол механічного циркулятора є компактным і має зменшені розміри.

В даній корисній моделі довжина валу циркулятора значно зменшена - до лише 0,50 - 0,56 м. у порівнянні зі звичайною довжиною валу - від 5,0 до 8,0 м (у випадку встановленого зверху механічного циркулятора) та 1,7 - 2,5 м (у випадку встановленого знизу механічного циркулятора).

Цього було досягнуто за рахунок двох чинників:

a. Розміщення: Розміщення засобів ущільнення та вузла підшипників у спеціальному кожусі для ущільнення та підшипників, який повністю знаходиться всередині вакуум-випарного апарату: та

b. Використання вдосконаленої коробки передач: Використання компактної і легкової лінійно встановленої коробки передач планетарного типу, яка має порожнистий шліцьовий вихідний вал та порожнистий вхідний вал зі шпонкою для безпосереднього осьового монтажу приводу на фланці.

Виклад сутності корисної моделі:

Відповідно, в даній корисній моделі пропонується вузол (1) вакуум-випарного апарату для випарювання - кристалізації цукрового розчину, який складається з:

- вузла механічного циркулятора;

- валу циркулятора з лопатями або іншими рушійними засобами, закріпленими

- на втулці, встановленій на його внутрішньому кінці:

- коробки передач з приводом від електродвигуна на його іншому (зовнішньому) кінці:

- засобів ущільнення;

- підшипника; та

- розрізного стопорного кільця, розміщеного під зазначеним підшипником;

причому зазначений вузол механічного циркулятора встановлений у конусі, що звужується догори, W-образного днища вакуум-випарного апарату вздовж його осі:

в якому зазначений вузол механічного циркулятора є компактною конструкцією із значно скороченою довжиною валу циркулятора.

Короткий опис креслень:

Конструктивне виконання даної корисної моделі стане краще зрозумілим з посиланням на прикладені креслення.

На Фіг. 1 зображено у вертикальному розрізі вакуум-випарний апарат зі встановленим вузлом механічного циркулятора заданою корисною моделлю.

На Фіг. 2 зображено у збільшеному вигляді вузол механічного циркулятора, показаний на Фіг. 1.

Детальний опис корисної моделі з посиланнями на креслення:

В ході дослідження відомого рівня техніки з'ясувалося, що, хоча було б дуже бажано встановлювати механічний циркулятор знизу всередині конуса, що звужується догори, W-образного днища вакуум-випарного апарату, який використовується як випарник-кристалізатор цукрових розчинів, існує низка чинників, які заважають застосуванню такої конфігурації, про що вже йшлося вище.

Відповідно, в даній корисній моделі пропонується вузол вакуум-випарного апарату для випарювання - кристалізації цукрового розчину, який складається з:

- вузла механічного циркулятора;
- вала циркулятора з лопатями або іншими рушійними засобами, закріпленими на втулці, встановлений на його внутрішньому кінці;
- коробки передач з приводом від електродвигуна на його іншому (зовнішньому) кінці;
- засобів ущільнення;
- підшипника; та
- розрізного стопорного кільця, розміщеного під зазначеним підшипником;

причому зазначений вузол механічного циркулятора встановлений у конусі, що звужується догори, W-образного днища вакуум-випарного апарату вздовж його осі;

в якому зазначений вузол механічного циркулятора є компактною конструкцією із значно скороченою довжиною валу циркулятора.

В одному втіленні даної корисної моделі засоби ущільнення та підшипник вузла механічного циркулятора повністю розміщені всередині вакуум-випарного апарату у спеціальному кожусі.

В іншому втіленні даної корисної моделі кожух з ущільненнями і підшипником має перевернутий конус.

У ще іншому втіленні даної корисної моделі засіб ущільнення включає до себе механічне ущільнення, виготовлене з карбіду кремнію.

У ще іншому втіленні даної корисної моделі підшипник розміщений всередині ущільнення, а корпус підшипника являє собою захищену кульковальницю із глибокими канавками.

У ще іншому втіленні даної корисної моделі коробка передач та шестеренчастий привід є співвісними і встановлені безпосередньо на днищі вакуум-випарного апарату без жодних муфт чи опорних конструкцій.

У ще іншому втіленні даної корисної моделі вузол механічного циркулятора має лінійно встановлену коробку передач планетарного типу, яка має порожнистий шліцьовий вихідний вал та порожнистий вхідний вал зі шпонкою для безпосереднього осьового монтажу приводу на фланці.

В конструкції за даною корисною моделлю довжину валу циркулятора значно скорочено - до лише 0,50-0,56 м. у порівнянні зі звичайною довжиною валу - від 5,0 до 8,0 м (у випадку встановленого зверху механічного циркулятора) та 1,7-2,5 м (у випадку встановленого знизу механічного циркулятора). Цього досягнуто за рахунок двох чинників -

- розміщення засобів ущільнення та вузла підшипників у спеціальному кожусі для ущільнення та підшипників всередині вакуум-випарного апарату; та

- використання компактної і легкової лінійно встановленої коробки передач планетарного типу, яка має порожнистий шліцьовий вихідний вал та порожнистий вхідний вал зі шпонкою для безпосереднього осьового монтажу приводу на фланці.

На Фіг. 1 показано у вертикальному розрізі вузол 1 вакуум-випарного апарату, у якому вузол механічного циркулятора 2 встановлений у конусі, що звужується догори. W-образного днища 3. Вакуум-випарний апарат має за опору не показані на кресленнях пристрої на підлозі цеху.

На Фіг. 2 показано у збільшеному вигляді вузол 2 механічного циркулятора. Згідно з однією з ознак даного винаходу, тут улаштовано нове ущільнення, а корпус 4 підшипника розміщений повністю всередині вакуум-випарного апарату між основою конуса, що звужується догори. W-образного днища 3 та нижнім рівнем каландра 5.

Зазначене ущільнення складається з бронзової втулки 6, манжети 7 та механічного ущільнення 8, переважно виконаного з карбіду кремнію, замість звичайного сальника з набиттям. Нерухоме та поворотне ущільнюючі кільця механічного ущільнення утримуються на своєму місці гнучкими ущільнюючими кільцями 9. Карбіду кремнію віддають перевагу перед іншими матеріалами зважаючи на низький рівень виділення тепла, що дозволяє усунути потребу в охолоджуючих засобах, та його властивостях самозмашування. Якщо застосовувати матеріали типу карбіду вольфраму, через високий рівень виділення тепла невелика кількість соку, контактуючи з ущільненням, підгорає з утворенням вуглецю, а це спричиняє знос. Переваги механічного ущільнення у порівнянні зі звичайними засобами ущільнення добре відомі, а саме:

- a) Ефективне запобігання витокам;
- b) Самозмашування - немає потреби у періодичному змашуванні;
- c) Самоналагоджування - немає потреби у періодичному налагодженні для компенсації фрикційного зносу;
- d) Підходить для умов високих температур і тиску;
- e) Є довговічним - має дуже низький коефіцієнт тертя;
- f) Дуже низькі потреби у технічному обслуговуванні;
- g) Відсутній ризик забруднення вмісту вакуум-випарного апарату через розкладання мастил та/або витоків.

Підшипник 10 встановлений у плиті-тримачі 11, закріпленій у кожусі 4 для ущільнення та підшипників, і утримується стопорною пластиною підшипника 12. Застосовано захищену кульковальницю із глибокими канавками 10, яка добре пристосована для витримування як осьових, так і радіальних навантажень від вала циркулятора. Вона також має зменшений рівень шуму. Розміри підшипника 10, який застосовано, також є малими завдяки зменшеному діаметру валу 13 циркулятора, за рахунок скороченої довжини та зменшених осьових і радіальних навантажень. Ще однією перевагою застосованого підшипника 10 є те, що він не потребує періодичного змашування і вимагає лише незначного технічного обслуговування.

Завдяки зменшеним осьовим і радіальним навантаженням від валу 13 циркулятора значно зменшується рівень вібрацій, та практично до нуля зводяться проблеми центрування, що збільшує довговічність як ущільнення, так і підшипника 10.

Кожух 4 для ущільнення та підшипника має ззовні перевернутий конус 14. Перевага зазначеного перевернутого конуса 14 полягає в тому, що він запобігає виникненню застійних зон поблизу кожуха 4 та сприяє кращій циркуляції утфеля у

вакуум-випарному апараті. Ще одна перевага перевернутого конусу 14 – те, що він забезпечує зміцнення кожуху 4 для ущільнення та підшипника.

На нижньому (зовнішньому) кінці валу 13 циркулятора встановлена лінійно порожнисто-шліцьова планетарна коробка передач 15, яка усуває потребу у застосуванні зчіпної муфти. Коробка передач 15 має порожнистий вхідний вал зі шпонкою для безпосереднього встановлення на фланці приводу 16 без муфти. Застосування такої коробки передач 15 забезпечує багато переваг над звичайно застосовуваними у вакуум-випарних апаратах коробками передач, а саме:

а) Співвісність: Планетарна система є співвісною (лінійною) і є особливо придатною для використання з високими значеннями обертального моменту та низькими швидкостями.

б) Ефективність: З точки зору ціни, вона є надзвичайно конкурентоздатною в порівнянні з іншими привідними системами та забезпечує високу ефективність при мінімальних розмірах. Планетарний привід може мати ККД до 98 % та, що є дуже важливим, здатний працювати з надзвичайно низькими швидкостями без великих втрат ефективності. Втрати ККД у більшості коробок передач (крім коробок планетарного типу) складають десь близько від 5 % (гелікоїдальні та прямозубі) до 30 % (шнекові) на один ступінь. Інша справа - планетарні коробки передач, які знижують втрати ККД до усього лише 1 % на один ступінь (Планетарні коробки передач - це енергозберігаюча опція - див. вебсайт

<http://www.engineeringtalk.com/news/brv/brv104.html>).

с) Енергетична ефективність: Планетарні передачі мають дуже низький коефіцієнт тертя. Для їхнього обертання потрібно менше енергії, тому більша частка зусилля приводу перетворюється на силу обертання після зниження числа обертів. Великою перевагою є те, що витрати електроенергії значно менші, ніж у звичайних коробках передач, отже це дозволяє зекономити багато коштів.

д) Вищі передавальні числа: Планетарні редуктори здатні забезпечувати передавання з високими передавальними числами малими порціями, та передавати у кілька разів більший обертальний момент, ніж звичайні передачі таких самих розмірів.

е) Компактність: Планетарні коробки передач менші та більш легкі, аж до двох разів менші та на 60 % легші, ніж важкі коробки передач звичайної конструкції. Вони потребують небагато місця для встановлення. Ці ознаки лінійної планетарної приводної системи дозволяють усунути потребу у великому просторі та складних опорних конструкціях для монтажу.

ф) Технічне вдосконалення: Порівняно з конфігураціями з паралельними валами, планетарна коробка передач при роботі з високими обертальними моментами та у переривистому режимі часто дозволяє отримати те ж саме передавальне число зі зменшеною кількістю ступенів редукції, з відповідною економією коштів і місця.

г) Зменшений обсяг технічного обслуговування: За винятком періодичної заміни мастила, на

протязі усього строку експлуатації немає потреби у технічному обслуговуванні, навіть у заміні підшипників.

h) Усунення муфти зчеплення: Маємо змогу позбавитися витрат на муфти зчеплення, з їхньою складною конструкцією.

i) Легкість центрування: Усувається необхідність витрат часу та праці на забезпечення центрівки між коробкою передач та обладнанням, якому вона слугує приводом, що робить її особливо придатною для встановлення валу циркулятора.

j) Зменшені радіальні навантаження: Прямий привід крізь місце встановлення валу також дозволяє позбутися радіальних навантажень, притаманних пасовим приводом. Планетарна коробка передач також краще дає собі раду з радіальними навантаженнями від обладнання, якому вона надає руху.

к) Надійність: Врешті, планетарні конструкції відзначаються високими рівнями надійності завдяки розподілу напруження між кількома компонентами, що несуть навантаження.

Коробка передач 15 та привід 16 безпосередньо встановлені на днищі корпусу вакуум-випарного апарату, забезпечуючи компактність вузла 2 механічного циркулятора, разом з усіма перевагами малої довжини валу циркулятора.

За такої малої довжини валу 13 - лише 0,50-0,56 м - суттєво зменшуються як радіальні, так і осьові навантаження. Це зменшує масштаби потреби у протидії цим навантаженням, та відповідно можна задовольнятися меншою кількістю деталей і частин з нижчими характеристиками, наприклад, немає ані потреби у додаткових допоміжних опорних пристроях чи підшипниках, ані потреби у додаткових засобах ущільнення чи підшипниках із здатністю витримувати більш високі навантаження.

Серед переваг від знижених навантажень та вібрації - довший строк служби, відповідно, підшипників та ущільнення, що є критичною складовою загальної надійності устаткування.

Вал 13 також має менший діаметр, що робить можливим використання менших допоміжних/опорних компонентів чи деталей, таких як ущільнення, підшипники, шестірні, кільця тощо.

Після центрування вала під час первинного монтажу, практично вже не виникає потреби знову його центрувати після кожного розібрання та повторного складання для ремонту чи технічного обслуговування коробки передач чи двигуна. Зменшення довжини вала циркулятора за рахунок застосування нових засобів, як описано вище, не тільки зробило вузол 2 механічного циркулятора компактным та ефективним з енергетичної точки зору, але також знизило капітальні та експлуатаційні витрати порівняно з існуючими механічними циркуляторами.

Хоча ця корисна модель описана з посиланням на конкретні втілення, цей опис не має розглядатися як такий, що має обмежувальну силу. Різні модифікації описаних втілень, а також альтернативні втілення корисної моделі будуть очевидними для фахівців у цій галузі на основі опису корисної моделі. Тому ми вважаємо, що такі модифікації

можна виконувати без виходу за межі духу і обсягу даної корисної моделі, як вона є описаний.

Для полегшення зіставлення нижче подається порівняльна таблиця 1. у якій показані нові ознаки

даної корисної моделі стосовно існуючого відомого рівня техніки:

Таблиця 1.

№	Показники вузла механічного циркулятора	Відомий рівень техніки	Дана корисна модель
1.	Довжина вала (встановленого знизу)	1,7-2,5 м, що вимагає додаткових опорних засобів	0,50-0,56 м, відсутня потреба у додаткових опорних засобах
2.	Діаметр валу	Більший, через що потрібні компоненти великих розмірів	Значно менший, що дозволяє застосувати компактні компоненти
3.	Компактність	Потрібні великі й громіздкі складні опорні конструкції та зчіпні муфти	Малий і компактний, з цілковитим усуненням потреби у будь-яких опорних конструкціях та зчіпних муфтах
4.	Вага	Більша вага	Вага на 60 % нижча
5.	Витрати електроенергії	Високі	Низькі
6.	Радіальне й осьове навантаження на вал	Дуже високі	Дуже низькі
7.	Рівень шуму	Високий	Низький
8.	Розміщення засобів ущільнення та підшипника	Зовні вакуум-випарного апарату	Всередині (у спеціальному кожусі).
9.	Засіб ущільнення	Є проблеми через велику довжину валу, потрібні додаткові засоби ущільнення. Кільця ущільнення (сальник), а не механічне ущільнення з карбіду кремнію	Ефективне, немає потреби у додаткових засобах ущільнення. Механічне ущільнення з карбіду кремнію, яке дає значні технічні переваги.
10.	Коробка передач	Шнекова, конічна фрикційна чи гелікоїдальна	Планетарна коробка передач, лінійна, з порожнистим шліцьовим вихідним валом
11.	Підшипники	Незахищені, потребують періодичного змащення	Захищені, не потребують періодичного змащення

