



УКРАЇНА

(19) UA (11) 54912 (13) U
(51) МПК (2009)
C10L 1/00
F24H 4/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) МОДУЛЬНА БІОДИЗЕЛЬНА УСТАНОВКА

1

(21) u201007115

(22) 09.06.2010

(24) 25.11.2010

(46) 25.11.2010, Бюл.№ 22, 2010 р.

(72) КОЛОСОВ ОЛЕКСАНДР ЄВГЕНОВИЧ, СІВЕЦЬКИЙ ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, САХАРОВ ОЛЕКСАНДР СЕРГІЙОВИЧ, СІДОРОВ ДМИТРО ЕДУАРДОВИЧ, ПРИСТАЙЛОВ СЕРГІЙ ОЛЕГОВИЧ, КОЛОСОВ ВІКТОР ЄВГЕНОВИЧ, СТЕПАНЕНКО БОРИС ЄВГЕНОВИЧ, КОЛОСОВА ОЛЕНА ПЕТРІВНА, РЯБЦЕВ ГЕННАДІЙ ЛЕОНІДОВИЧ, НЕСТЕРЕНКО СЕРГІЙ АППОЛІНАРІЙОВИЧ, КРИВОШЕЄВ ВЯЧЕСЛАВ СЕМЕНОВИЧ, ОЛІЙНИК ОЛЕНА СЕРГІІВНА, МАКСИМЧУК ДМИТРО ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) КОЛОСОВ ОЛЕКСАНДР ЄВГЕНОВИЧ

(57) 1. Модульна біодизельна установка, що складається з ємностей для олії, метанолу та реактора, з'єднаних своїми випускними трубопроводами через відповідні електроклапани з впускним колектором головного циркуляційного насоса, напірний трубопровід якого розгалужений через окремі електроклапани на паралельні лінії теплообмінника, кавітаційної камери та прямого каналу, з'єднаних далі з впускними трубопроводами реактора та відстійника, виконаного у вигляді циліндричної труби, що містить кавітаційні елементи у вигляді щонайменше одного ультразвукового випромінювача і спряжена з конічною поверхнею, причому на випускному трубопроводі ємності для метанолу встановлений змішувальний насос, напірний трубопровід якого з'єднаний з ємністю для метанолу в

2

місці подачі лужного каталізатора, а ємність для метанолу виконана у вигляді циліндричної труби, що містить кавітаційні елементи у вигляді щонайменше одного ультразвукового випромінювача і спряжена з конічною поверхнею, а також з дозувального пристрою, яка відрізняється тим, що ультразвукові випромінювачі виконані на основі магнітострикційних або складених п'єзоелектричних перетворювачів, що зібрані на базі півхвильової акустичної системи поздовжніх коливань, і розміщуються як всередині, так і назовні циліндричної труби симетрично щодо її поздовжньої осі симетрії, причому при зовнішньому розміщенні ультразвукових випромінювачів розташовані у складі секції рівномірно по перерізу циліндричної труби і в одній площині при забезпеченні щільного контакту з її зовнішньою поверхнею.

2. Модульна біодизельна установка за п. 1, яка відрізняється тим, що при зовнішньому розміщенні ультразвукових випромінювачів циліндрична труба містить їх парну або непарну кількість у складі секції, причому при розміщенні непарної кількості випромінювачів вони виконані з можливістю синфазної роботи, а при розміщенні парної кількості випромінювачів вони виконані з можливістю протифазної роботи.

3. Модульна біодизельна установка за п. 1, яка відрізняється тим, що при зовнішньому розміщенні ультразвукових випромінювачів циліндрична труба містить їх у кількості три або чотири у складі секції, а уздовж труби розміщується декілька секцій з ультразвуковими випромінювачами.

Корисна модель належить до установок для виготовлення ефірів з органічних жирних кислот та може використовуватись при приготуванні біопалива, головним чином в дизельних двигунах внутрішнього згоряння, а також при етерифікації органічних жирів в підприємствах різних форм власності, зокрема, в сільськогосподарському виробництві.

Відомі установки різних схем і конструкцій для одержання біопалив шляхом етерифікації, напри-

клад, [1]. В цих установках для одержання біодизелю реалізують здебільшого процес етерифікації рослинної олії або тваринних жирів, виконуючи послідовно змішування компонентів, підтримання температурних режимів і відокремлення ефірної та гліцеринової складових.

Однак ці відомі установки при значній кінематичній складності не забезпечують оптимальних режимів процесу етерифікації, а відтак процес одержання ефірів характеризується перевитратою

U
(13)
54912
(11)
UA
(19)

реагентів і підвищеним вмістом метанолу в біопаливі та гліцериновому осаді, що небажано.

Для підвищення ефективності процесу етерифікації установки вдосконалюють шляхом застосування гідроакустичних камер змішування в режимі кавітації, наприклад, [2]. Завдяки застосуванню акустичних змішувачів можна досягти в кавітаційному режимі кращого ефекту реагування компонентів, що практично недосяжно простими механічними засобами.

Проте вказана установка для одержання біопалива має ряд недоліків, які не дозволяють максимально використовувати можливості кавітаційного пристрою для інтенсифікації всього технологічного процесу.

Так, зокрема, ємності для метанолу та лужного каталізатора не приєднані до кавітаційної камери впускним та впускним трубопроводами, що не дозволяє попередньо готувати реагентний розчин в режимі кавітації. Крім того, відстійник не обладнаний ультразвуковими (УЗ) випромінювачами, використання яких дозволяє створювати ефект "стоячої хвилі" уздовж труби для прискорення процесу утворення та випадіння гліцеринового осаду.

Аналогом корисної моделі, що заявляється, є установка [3], яка складається з ємностей для олії, метилового спирту та реактора, приєднаних своїми впускними трубопроводами через електроклапани, до впускного колектора циркуляційного насоса, а напірний колектор цього насоса розгалужується на паралельні лінії: теплообмінника, кавітаційного пристрою та прямого каналу, які сполучені через електроклапани з трубопроводами подачі до ємностей метанолу, реактора та відстійника. При цьому у відстійнику встановлений ультразвуковий випромінювач для прискорення утворення осаду.

Така установка дійсно дозволяє підвищити ефективність процесу етерифікації за рахунок пропускання через кавітаційну камеру чи теплообмінник, як окремо, так і разом змішуваних компонентів, а також за рахунок встановлення ультразвукових випромінювачів у відстійнику, де інтенсифікується процес седиментації гліцеринової маси.

Однак в процесі роботи такої установки виявляються певні недоліки. Основним недоліком названої установки є те, що приготування реагентного розчину з метанолу та лужного каталізатора відбувається шляхом прокачування розчину циркуляційним насосом через кавітаційну камеру або теплообмінник та трубопроводи, в яких неминуче він залишається після закінчення цього процесу. Це призводить до неконтрольованого змішування реагентного розчину на початку подачі олії.

У свою чергу в цих же трубопроводах і в кавітаційній камері та теплообміннику залишається оброблена реагентом олійна маса, яка на початку наступного приготування реагентного розчину потрапляє через напірний трубопровід в ємність з метанолом, викликаючи неконтрольоване реагування з ним, і тим самим суттєво зменшуючи його реагентну активність.

Крім того, ємність для метанолу не містить до-

зуючого пристрою, а також ультразвукових випромінювачів для безперервної ультразвукової активації реагентного розчину, як в процесі його приготування, так і при дозованій подачі при обробці олії. Ці випромінювачі можуть мати інші оптимальні параметри для активації ніж це досягається в кавітаційній камері.

Найбільш близьким аналогом за сукупністю ознак і технічним результатом до корисної моделі, що заявляється, є модульна біодизельна установка, що складається з ємностей для олії, метанолу та реактора, приєднаних своїми впускними трубопроводами через відповідні електроклапани до впускного колектора головного циркуляційного насоса, напірний трубопровід якого розгалужений через окремі електроклапани на паралельні лінії теплообмінника, кавітаційної камери та прямого каналу, з'єднаних далі з впускними трубопроводами реактора та відстійника, виконаного у вигляді циліндричної труби, що містить кавітаційні елементи у вигляді щонайменше одного ультразвукового випромінювача, і яка з'єднана кінцевою поверхнею. При цьому на впускному трубопроводі ємності для метанолу встановлений змішувальний насос, напірний трубопровід якого приєднаний до ємності для метанолу в місці подачі лужного каталізатора, а ємність для метанолу виконана у вигляді циліндричної труби, що містить кавітаційні елементи у вигляді щонайменше одного ультразвукового випромінювача, і спряжена з кінцевою поверхнею, а також з дозувального пристрою [4].

Недоліком установки найбільш близького аналога є її недосконалість, що не дозволяє реалізувати весь потенціал засобів ультразвукової кавітаційної обробки на різних режимах одержання біодизелю. Зокрема, розміщення всередині циліндричної труби в одному перетині декількох (а саме трьох) УЗ-перетворювачів спричиняє до виникнення стоячих хвиль по перетину і появи турбулентності уздовж труби, що призводить до небажаних явищ.

Суттєвими ознаками найбільш близького аналога, спільними з передбачуваною корисною моделлю, є: наявність ємностей для олії, метанолу та реактора, приєднаних своїми впускними трубопроводами через електроклапани з впускним колектором циркуляційного насоса; напірний трубопровід якого розгалужується на паралельні лінії кавітаційної камери, теплообмінника та прямого каналу і сполучений через електроклапани з впускними трубопроводами реактора та відстійника; у відстійнику встановленні ультразвукові випромінювачі для прискорення процесу утворення осаду.

Задачею корисної моделі є підвищення ефективності роботи модульної біодизельної установки, у тому числі процесу етерифікації, за рахунок введення нових елементів конструкції і їх взаємозв'язку, що приводить до зменшення енерговитрат на процес змішування, підвищення інтенсивності гомогенізації рідинних сумішей та інтенсифікації утворення осаду.

Крім того, розроблена конструкція установки дозволяє запобігти потраплянню залишків змішаної олійної маси в ємність метанолу, а також неконтрольованому непропорційному процесу змі-

шування залишків метанолу в кавітаційній камері та системі на початку подачі олії.

Поставлена задача вирішується тим, що в модульній біодизельній установці, що складається з ємностей для олії, метанолу та реактора, приєднаних своїми випускними трубопроводами через відповідні електроклапани до впускного колектора головного циркуляційного насоса, напірний трубопровід якого розгалужений через окремі електроклапани на паралельні лінії теплообмінника, кавітаційної камери та прямого каналу, з'єднаних далі з випускними трубопроводами реактора та відстійника, виконаного у вигляді циліндричної труби, що містить кавітаційні елементи у вигляді щонайменше одного ультразвукового випромінювача, і яка спряжена з конічною поверхнею, при цьому на випускному трубопроводі ємності для метанолу встановлений змішувальний насос, напірний трубопровід якого приєднаний до ємності для метанолу в місці подачі лужного каталізатора, а ємність для метанолу виконана у вигляді циліндричної труби, що містить кавітаційні елементи у вигляді щонайменше одного ультразвукового випромінювача і спряжена з конічною поверхнею, а також з дозувального пристрою, новим є те, що, ультразвукові випромінювачі виконані на основі магнітострикційних або складених п'єзоелектричних перетворювачів, що зібрані на базі півхвильової акустичної системи поздовжніх коливань, і розміщуються як всередині, так і назовні циліндричної труби симетрично щодо її поздовжньої вісі симетрії, при цьому при зовнішньому розміщенні ультразвукових випромінювачів розташовані у складі секції рівномірно по перетину циліндричної труби і в одній площині при забезпеченні щільного контакту з її зовнішньою поверхнею.

При зовнішньому розміщенні ультразвукових випромінювачів циліндрична труба містить їх парну або непарну кількість у складі секції, при цьому при розміщенні непарної кількості випромінювачів вони виконані з можливістю синфазної роботи, а при розміщенні парної кількості випромінювачів вони виконані з можливістю протифазної роботи.

При зовнішньому розміщенні ультразвукових випромінювачів циліндрична труба містить їх у кількості три або чотири у складі секції, а уздовж труби розміщується декілька секцій з ультразвуковими випромінювачами.

Перераховані ознаки способу складають сутність корисної моделі.

Наявність причинно-наслідкового зв'язку між сукупністю істотних ознак корисної моделі і технічним результатом, що досягається, полягає в наступному.

Відома кавітаційна обробка рідини в потоці за допомогою гідромеханічних апаратів [5-7], істотним недоліком яких є необхідність створення швидкісного потоку рідини, що в багатьох випадках потребує встановлення розгінних насосів.

Крім того, висока агресивність і компонентна, наприклад сольова, насиченість деяких рідин не дозволяє встановлювати механічні перешкоди в потоці, оскільки на них швидко нарастають відкладення, що призводить до зростання опору течії.

Для деяких рідин і технологічних процесів зо-

всім неприпустиме швидкісне транспортування рідини та залучення для отримання необхідної швидкості механічних насосних агрегатів. У гідромеханічних кавітаційних апаратах не передбачається можливості тонкого регулювання інтенсивності кавітаційного процесу, що заважає досягти максимальної ефективності впливу на рідинні компоненти.

Тим часом технологія ультразвукової кавітаційної обробки рідини, зокрема, біопалива, дозволяє не втручатися в характеристики течії рідини і може бути задіяна при будь-якій її швидкості.

При цьому немає потреби встановлювати в потоці рідини механічні перешкоди або генератори механічних коливань для збудження кавітації, тобто розроблені ультразвукові кавітаційні модулі не тільки не додають гідросистемі місцевих перешкод (як при розташуванні декількох випромінювачів по перетину у способі найбільш близького аналога), а, навпаки, підвищують їх пропускну спроможність завдяки високочастотній вібрації стінок трубопроводу, яка знижує коефіцієнт в'язкого тертя рідини об стінки трубопроводу, зменшуючи втрати напору [8-10].

Суттєвою перевагою запропонованої установи слід вважати менші енерговитрати, оскільки для змішування та циркулювання невеликого об'єму реагентного розчину не треба включати основного циркуляційного насоса з великою продуктивністю та високим тиском.

Ще однією перевагою пропонованої конструкції є те, що реагентний розчин метанолу за рахунок встановлення насоса змішувача та ультразвукових випромінювачів постійно обробляється і під час пропорційної подачі його на змішування з потоком олії.

Суть корисної моделі пояснюється Фіг.1-5, де:

на Фіг.1 зображена технологічна схема модульної установки для виготовлення біопалива;

на Фіг.2 - ультразвуковий кавітаційний модуль для обробки рідини в потоці із розташованими на його зовнішній поверхні рядом секцій складених п'єзоелектричних перетворювачів, що зібрані на базі півхвильової акустичної системи поздовжніх коливань;

на Фіг.3 - схема ультразвукового кавітаційного апарата для обробки рідини в потоці;

на Фіг.4 - схема пружної деформації перерізу труби при підключенні трьох ультразвукових випромінювачів;

на Фіг.5 - схема пружної деформації перерізу труби при підключенні чотирьох ультразвукових випромінювачів.

Установка складається з ємності для олії 1 з електроклапаном її подачі 2, бункера-дозатора лужного каталізатора 3, закритого резервуару запасів метанолу 4, ємності для метанолу 5 з поплавковим дозатором метанолу 6 та ультразвуковими випромінювачами 7 (щонайменше, одним у випадку внутрішнього розташування всередині циліндричної труби 28, або у кількості 3-4 шт. у випадку зовнішнього розташування на поверхні циліндричної труби - показано пунктиром на Фіг.3 - ємності для метанолу 5), впускним електроклапаном 8, встановленим між закритим резервуаром метано-

лу та ємністю 5; змішувального насоса реагентного розчину 9, що з'єднаний з ємністю метанолу 5 перед дозувальним впускним електроклапаном 10; ємності реактора 11 з впускним 12 та впускним 13 електроклапанами; ємності відстійника 14 з впускним 15 та впускним для гліцеринового осаду 16 електроклапанами, ультразвуковими випромінювачами 17 (щонайменше, одним у випадку внутрішнього розташування всередині циліндричної труби 28, або у кількості 3-4 шт. у випадку зовнішнього розташування на поверхні циліндричної труби - показано пунктиром на Фіг.3 - ємності відстійника 14), підключеними до генератора ультразвуку 18 (проте таке підключення на Фіг.1, 3-5 не позначено).

На відстійнику встановлений плаваючий забірний фільтр 19, сполучений з впускним електроклапаном 20 для відбирання ефіру на доочищення. Головний циркуляційний насос системи 21 приєднаний впускним колектором до трубопроводу з впускними клапанами реагентного розчину 10 та реактора 13 і впускним електроклапаном олії 2.

Напірний трубопровід головного циркуляційного насосу 21 через електроклапани 22, 23, 24 відповідно розгалужений на лінії обробки з кавітаційною камерою 25, теплообмінника з нагрівачем 26 та лінію прямої подачі 27.

Підведення акустичної енергії до перетворювачів, розміщених як всередині (Фіг.1), так і назовні циліндричної труби 28 (Фіг.3) здійснюється за допомогою ультразвукових випромінювачів 29 (або 7, або 17), які щільно притискаються до її зовнішньої поверхні. У такому випадку не порушується герметичність труби і досягається легкість в обслуговуванні і ремонті кавітаційного апарата.

Ультразвукові випромінювачі 29 (або 7, або 17) притискаються до труби 28 за допомогою гвинтів 30, встановлених на хомуті 31. Гвинт 30 тисне на випромінювач через кульку 32 і стакан 33, через що зменшуються перекошуючі зусилля і досягається якісний контакт труби з випромінювачем. Стакан 33 впирається у випромінювач у точці мінімальної амплітуди коливань стоячої хвилі деформації, що утворюється на його резонансній довжині.

Задіяні в кавітаційному апараті п'єзоелектричні ультразвукові випромінювачі 7 (або 17, або 29) зібрані на базі півхвильової акустичної системи поздовжніх коливань.

Уздовж труби розміщується кілька секцій з ультразвуковими п'єзоелектричними випромінювачами, що дає можливість забезпечити необхідну потужність кавітатора. Труба 28 має на торцях фланці, за допомогою яких апарат встановлюється в технологічні магістралі, або з'єднується з конічною поверхнею ємностей 5 чи 14.

Джерелом ультразвукових коливань є складений п'єзоелектричний перетворювач 7 (або 17 або 29), зібраний з двох встановлених послідовно п'єзокілець 34 та підключених паралельно до генератора електричних коливань 18.

Необхідне значення резонансної частоти коливань п'єзоелектричного перетворювача досягається вибором акустичних розмірів і властивостей матеріалу демпфера 35 та трансформатора швид-

кості 36.

Резонансна частота радіально-згинальних коливань труби і необхідна потужність кавітатора дають можливість вибрати необхідну кількість п'єзоелектричних ультразвукових випромінювачів, які можна встановити на її зовнішній поверхні [11-13].

Наведені на Фіг.3-5 схеми дають можливість зробити висновок, що в разі застосування непарної кількості п'єзоелектричних випромінювачів, наприклад трьох, вони мають працювати синфазно. В разі ж застосування парної кількості п'єзоелектричних випромінювачів, причому, коли їх кількість більше двох, сусідні з ними п'єзоелектричні випромінювачі мають працювати протифазно.

Оскільки випромінювачі живляться від одного генератора електричних коливань 18, то необхідний протифазний режим роботи досягається врахуванням полярності п'єзоелементів 7 (або 17 або 29) при збиранні відповідних випромінювачів.

Оскільки ефективність роботи подібного кавітаційного апарата визначається рівнем кавітації, що досягається в рідині при її протіканні по трубі, а сам апарат, в свою чергу, залежить від ефективності коливань стінок труби, то резонансний режим радіально-згинальних коливань труби є головним, з яким слід узгодити резонансну частоту поздовжніх коливань складених п'єзоелектричних перетворювачів.

Розроблена установка працює наступним чином.

Перед початком роботи в ємності 1 повинна бути олія, в закритому резервуарі 4 - метанол, а в бункері-дозаторі 3 - лужний каталізатор.

При закритому клапані реагентного розчину 10 відкривається впускний електроклапан 8 поплавкового дозатора 6 і наповнюється ємність 5 необхідним об'ємом метанолу, після чого клапан 8 автоматично закривається. Далі одночасно включаються змішувальний насос 9, дозатор лужного каталізатора 3 та ультразвукові випромінювачі 7 (або 29).

Циркулювання метанолу та активаційна ультразвукова обробка реагентного розчину продовжуються після припинення подачі лужного каталізатора дозатором 3 ще протягом певного встановленого терміну. Далі одночасно відкривається впускний електроклапан олії 2, клапан подачі реагентного розчину 10, впускні електроклапани кавітаційної камери 25 та ємності реактора і включається циркуляційний насос 21.

За рахунок пропорційної подачі реагентного розчину в потік олії на лінії всмоктування досягається рівномірна концентрація компонентів, а після заповнення заданого об'єму реактора 11 одночасно закриваються електроклапани подачі олії 2, реагентного розчину 10 та відкривається впускний електроклапан 13 реактора.

Циркуляційний режим продовжується через кавітаційну камеру, а при необхідності й через теплообмінник, після чого відкривається впускний електроклапан відстійника 15 та закривається впускний електроклапан 12 реактора і весь об'єм перекачується у відстійник 14, де включаються ультразвукові випромінювачі 17 (або 29) для інтенсифікації утворення осаду.

У цей час починається новий цикл роботи у вище описаній послідовності. Контроль за процесом утворення гліцеринового осаду та виділенням світлого ефірного шару здійснюється в автоматичному режимі, після чого відкриваються відповідні електроклапани для випускання отриманих речовин у відповідні збірні ємності.

Установка виконана модульною і може встановлюватися в загальну технологічну лінію переробки насіння на олію та систему доочищення і кондиціювання біодизельного пального. Модульна біодизельна установка може при необхідності встановлюватися на мобільну платформу.

Джерела інформації

1. Производство и применение биодизеля: справочное пособие / А.Р.Аблаев и др. - М.: АПК и ППРО, 2006. - 80с.

2. Установка для одержання біопалива для дизелів. Патент України №19495. Кл. C10L1/00, F24H4/00, F25B29/00, опубл. 15.12.2006, Бюл. №12.

3. UA №19495. Установка для одержання біопалива для дизелів. МІЖ (2006) C10L1/00, F24H4/00, F25B29/00. Опубл. 15.12.2006, Бюл. №12.

4. UA №36284. Модульна біодизельна установка. МПК (2006) C10L1/00, F24H4/00. Опубл. 27.10.2008, Бюл. №20.

5. Федоткин И.М. Кавитация, кавитационная техника и технология, их использование в промышленности. Часть 2 / И.М. Федоткин, И.С. Гулый. - Киев: ОКО, 2000. - 898с.

6. Федоткин И.М., Ткаченко А.Н. Кавитационные техника и технологии. - К.: Техніка, 2001. - 462с.

7. Яхно О.М., Коваль А.Д., Пищенко Л.И. и др. Кавитация в переработке нефти. - К.: Світ, 1999. - 263с.

8. Новицкий Б.Г. Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах / Б.Г. Новицкий. - М.: Химия, 1983. - 192с.

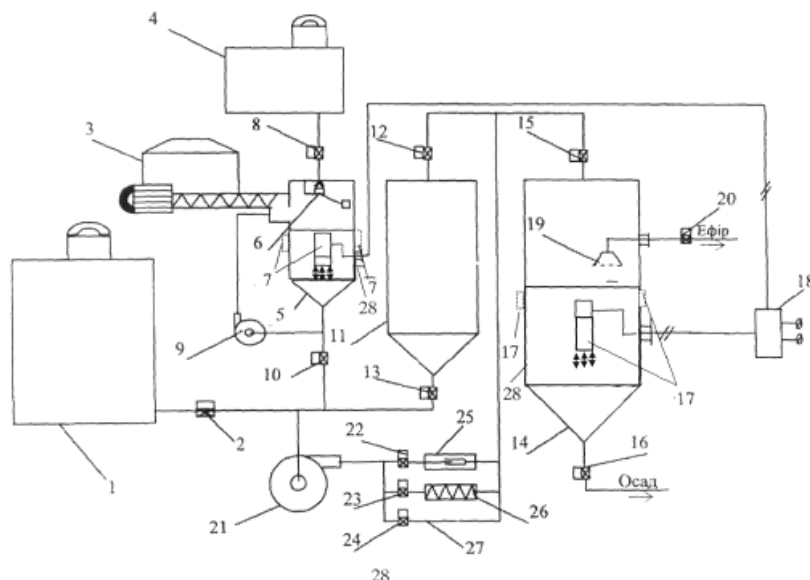
9. Агранат Б.А., Башкиров В.И., Китайгородский Ю.И., Хавский Н.Н. Ультразвуковая технология / Под ред. проф. Б.А.Аграната. - М.: Металлургия, 1974. - 504с.

10. Яхова Н.А., Тимонін О.М., Сівецький В.І., Колосов О.Є. Застосування кавітації в хімічній технології (у двох частинах). Частина 1. Теоретичні та експериментальні аспекти створення високоефективних кавітаційних засобів. - К.: НТУУ "КПІ", 2008. - 125с.

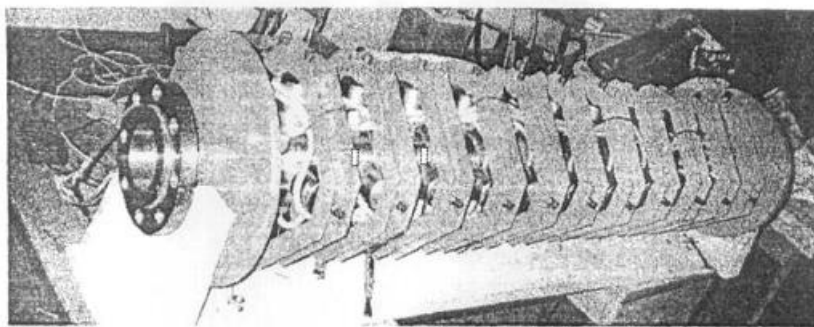
11. Пат. України № 48863. Спосіб підготовки та очистки рідини / О.М. Терентьев, О.В. Гаркот, Ю.Б. Синяков, О.Ф. Луговський. - Опубл. 15.08.2002, Бюл. №8.

12. Луговський О.Ф., Чорний В.І., Мовчанок А.В. Пристрій для ультразвукової обробки рідини в протоці. - Заявка на винахід а№2002107879 від 03.10.2002.

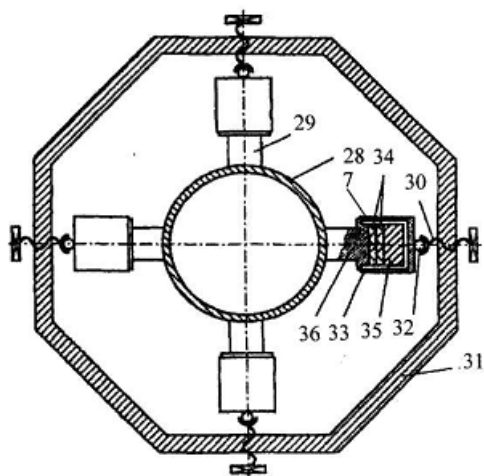
13. Луговський О.Ф., Чорний В.І. Застосування ультразвукових коливань у пристроях фільтрування рідини // Вестн. Нац. техн. ун-та України "Київ, політехі, ін-т". Сер. машиностроение. - 1999. - Вып. 35. - С.111-119.



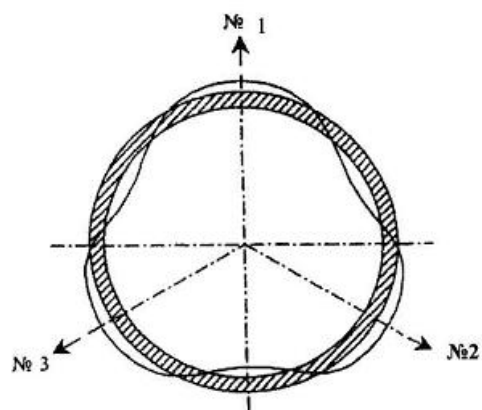
Фіг. 1



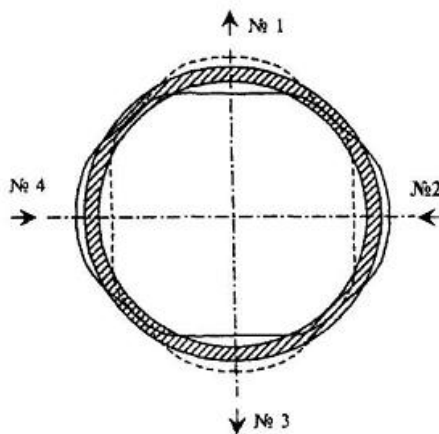
Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4



Фіг. 5