



УКРАЇНА

(19) UA (11) 54915 (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) СПОСІБ ПОБУДОВИ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ МОДУЛЬНОЇ БІОДИЗЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

1

(21) u201007118

(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 СЕРГІЙВНА, МАКСИМЧУК ДМИТРО ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) КОЛОСОВ ОЛЕКСАНДР ЄВГЕНОВИЧ

(57) 1. Спосіб побудови і експлуатації модульної біодизельної установки, що включає розміщення на платформі ємностей для олії, метанолу та реактора, які приєднують своїми випускними трубопроводами через відповідні електроклапани до впускного колектора головного циркуляційного насоса, напірний трубопровід якого розгалужують через окремі електроклапани на паралельні лінії теплообмінника, встановлення кавітаційної камери та прямого каналу, що з'єднують далі з впускними трубопроводами реактора та відстійника, який виконують у вигляді циліндричної труби, що містить кавітаційні елементи у вигляді щонайменше одного ультразвукового випромінювача, і який спряжують з конічною поверхнею, причому на впускному трубопроводі ємності для метанолу встановлюють змішувальний насос, напірний трубопровід якого приєднують до ємності для метанолу в місці подачі лужного каталізатора, а ємність для метанолу виконують у вигляді циліндричної труби, що містить кавітаційні елементи у вигляді

2

щонайменше одного ультразвукового випромінювача, і спряжують з конічною поверхнею, а також розміщують на платформі дозувальний пристрій, який відрізняється тим, що ультразвукові випромінювачі виконують на основі магнітострикційних або складених п'єзоелектричних перетворювачів, що збирають на базі півхвильової акустичної системи поздовжніх коливань, і розміщують всередині або зовні циліндричної труби симетрично щодо її поздовжньої осі симетрії, причому при зовнішньому розміщенні ультразвукові випромінювачі розташовують у складі секції рівномірно по перерізу циліндричної труби і в одній площині при забезпеченні щільного контакту з її зовнішньою поверхнею.

2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що при зовнішньому розміщенні ультразвукових випромінювачів на циліндричній трубі вибирають їх парну або непарну кількість у складі секції, при цьому при розміщенні непарної кількості випромінювачів, наприклад трьох, їх виконують з можливістю синфазної роботи, а при розміщенні парної кількості випромінювачів, наприклад чотирьох, їх виконують з можливістю протифазної роботи.

3. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що необхідне значення резонансної частоти коливань п'єзоелектричного ультразвукового перетворювача вибирають з урахуванням акустичних розмірів і властивостей матеріалу демпфера та трансформатора швидкості, що входять до складу п'єзоелектричного перетворювача, а необхідну кількість п'єзоелектричних випромінювачів, які встановлюють на зовнішній поверхні циліндричної труби, вибирають з урахуванням значення резонансної частоти радіально-згинальних коливань труби в робочому режимі і необхідної потужності ультразвукового перетворювача.

Корисна модель належить до способів побудови і експлуатації 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, наприклад, [1]. В цих установках для одержання біодизеля реалізують здебільшого процес етерифікації рослинної олії або тваринних жирів, на базі способу, що передбачає послідовне змішування компонентів, підтримання температурних режимів і відокремлення ефірної та гліцеринової складових.

UA (19) 54915 (13) U

Однак реалізація цих відомих способів при значній кінематичній складності не забезпечує оптимальних режимів процесу етерифікації, а відтак процес одержання ефірів характеризується перевитратою реагентів і підвищенням вмістом метанолу в біопаливі та гліцериновому осаді, що небажано.

Для підвищення ефективності процесу етерифікації способи одержання біопалива, що реалізуються за допомогою відповідних установок, удосконалюють шляхом застосування в технологічній лінії 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 вказаний спосіб 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 приєднують до кавітаційної камери впускним та впускним трубопроводами, що не дозволяє попередньо готувати реагентний розчин в режимі кавітації. Крім того, відстійник не обладнують 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 спосіб, що є частиною установки [3]. Така установка 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.

Такий спосіб 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 такого способу виявляються певні недоліки. Основним недоліком є те, що приготування реагентного розчину з метанолу та лужного каталізатора відбувається шляхом прокачування розчину циркуляційним насосом через кавітаційну камеру або теплообмінник та трубопроводу, 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 дозуючого 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 спосіб побудови і експлуатації модульної біодизельної установки, що складається з розміщення на платформі ємностей для олії, метанолу та реактора, які приєднують своїми впускними трубопроводами через відповідні електроклапани до впускного колектора головного циркуляційного насоса, напірний трубопровід якого розгалужують через окремі електроклапани на паралельні лінії теплообмінника, встановлення кавітаційної камери та прямого каналу, що з'єднують далі з впускними трубопроводами реактора та відстійника, який виконують у вигляді циліндричної труби, що містить кавітаційні елементи у вигляді щонайменше одного ультразвукового випромінювача, і який спряжують з конічною поверхнею, при цьому на впускному трубопроводі ємності для метанолу встановлюють змішувальний насос, напірний трубопровід якого приєднують до ємності для метанолу в місці подачі лужного каталізатора, а ємність для метанолу виконують у вигляді циліндричної труби, що містить кавітаційні елементи у вигляді щонайменше одного ультразвукового випромінювача, і спряжують з конічною поверхнею, а також розміщують на платформі дозувальний пристрій [4].

Недоліком способу найбільш близького аналога є його 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, що приєднують своїми впускними трубопроводами через електроклапани з впускним колектором циркуляційного насоса; напірний трубопровід якого розгалужують на паралельні лінії кавітаційної камери, теплообмінника та прямого каналу і сполучають через електроклапани з впускними трубопроводами реактора та відстійника; у відстійнику встановлюють ультразвуковий випромінювач для прискорення процесу утворення осаду.

Задачею корисної моделі є підвищення ефективності роботи способу, у тому числі процесу етерифікації, за рахунок особливостей побудови і

експлуатації елементів установки, їх конструктивного виконання та взаємозв'язку, а також особливостей розрахунку акустичних характеристик та врахування матеріалу елементів ультразвукових перетворювачів, що приводить до зменшення енерговитрат на процес змішування, підвищення інтенсивності гомогенізації рідинних сумішей та інтенсифікації утворення осаду.

Поставлена задача вирішується тим, що у спосіб побудови і експлуатації модульної біодизельної установки, що включає розміщення на платформі ємностей для олії, метанолу та реактора, які приєднують своїми випускними трубопроводами через відповідні електроклапани до впускного колектора головного циркуляційного насоса, напірний трубопровід якого розгалужують через окремі електроклапани на паралельні лінії теплообмінника, встановлення кавітаційної камери та прямого каналу, що з'єднують далі з випускними трубопроводами реактора та відстійника, який виконують у вигляді циліндричної труби, що містить кавітаційні елементи у вигляді щонайменше одного ультразвукового випромінювача, і який спряжують з конічною поверхнею, при цьому на випускному трубопроводі ємності для метанолу встановлюють змішувальний насос, напірний трубопровід якого приєднують до ємності для метанолу в місці подачі лужного каталізатора, а ємність для метанолу виконують у вигляді циліндричної труби, що містить кавітаційні елементи у вигляді щонайменше одного ультразвукового випромінювача, і спряжують з конічною поверхнею, а також розміщують на платформі дозувальний пристрій, новим є те, що, ультразвукові випромінювачі виконують на основі магнітострикційних або складених п'єзоелектричних перетворювачів, що збирають на базі півхвильової акустичної системи поздовжніх коливань, і розміщують як всередині, так і назовні циліндричної труби симетрично щодо її поздовжньої вісі симетрії, при цьому при зовнішньому розміщенні ультразвукові випромінювачі розташовують 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 на циліндричній трубі вибирають їх парну або непарну кількість у складі секції, при цьому при розміщенні непарної кількості випромінювачів, наприклад, трьох, їх виконують з можливістю синфазної роботи, а при розміщенні парної кількості випромінювачів, наприклад, чотирьох, їх виконують з можливістю протифазної роботи.

Необхідне значення резонансної частоти коливань п'єзоелектричного ультразвукового перетворювача вибирають з урахуванням акустичних розмірів і властивостей матеріалу демпфера та трансформатора швидкості, що входять до складу п'єзоелектричного перетворювача, а необхідну кількість п'єзоелектричних випромінювачів, які встановлюють на зовнішній поверхні циліндричної труби, вибирають з урахуванням значення резонансної частоти радіально-згинальних коливань труби в робочому режимі і необхідної потужності ультразвукового перетворювача.

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 наростають відкладення, що призводить до зростання опору течії.

Для деяких рідин і технологічних процесів зовсім 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 пропонованого способу 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 пропонованого способу 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.

Спосіб реалізується за допомогою установки, зображеної на 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.

Установку для реалізації способу збирають на платформі 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), впускного електроклапана 8, що встановлюють між закритим резервуаром метанолу та ємністю 5; змішувального насоса реагентного розчину 9, що з'єднують 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 встановлюють плаваючий забірний фільтр 19, що сполучають з впускним електроклапаном 20 для відбирання ефіру на доочищення. Головний циркуляційний насос системи 21 приєднують впускним колектором до трубопроводу з впускними клапанами реагентного розчину 10 та реактора 13 і впускним електроклапаном олії 2.

Напірний трубопровід головного циркуляційного насоса 21 через електроклапани 22, 23, 24 відповідно розгалужують 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) здійснюють за допомогою ультразвукових випромінювачів 29 (або 7, або 17), які щільно притискають 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) притискають 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) збирають на базі півхвильової акустичної системи поздовжніх коливань.

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

Джерелом ультразвукових коливань є складений п'єзоелектричний перетворювач 7 (або 17 або 29), що збирають з двох встановлених послідовно п'єзодіелектриків 34 та підключають 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 швидкості 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 забезпечують 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 чинником, з яким узгоджують резонансну частоту поздовжніх коливань складених п'єзоелектричних перетворювачів.

Спосіб реалізують за допомогою установки наступним чином.

На основі вихідних даних проектних розрахунків параметрів технологічного процесу одержання біодизеля виконують ультразвукові випромінювачі на основі магнітострикційних або складених п'єзоелектричних перетворювачів.

Останні збирають на базі півхвильової акустичної системи поздовжніх коливань, і розміщують як всередині, так і назовні циліндричної труби 28 симетрично щодо її поздовжньої вісі симетрії.

При цьому при зовнішньому розміщенні ультразвукові випромінювачі розташовують у складі секцій рівномірно по перетину циліндричної труби і в одній площині при забезпеченні щільного контакту з її зовнішньою поверхнею.

Вибирають їх парну або непарну кількість у складі секції, при цьому при розміщенні непарної кількості випромінювачів, наприклад, трьох, їх виконують з можливістю синфазної роботи, а при розміщенні парної кількості випромінювачів, наприклад, чотирьох, їх виконують з можливістю протифазної роботи.

У свою чергу, необхідне значення резонансної частоти коливань п'єзоелектричного ультразвукового перетворювача вибирають з урахуванням акустичних розмірів і властивостей матеріалу демпфера та трансформатора швидкості, що входять до складу п'єзоелектричного перетворювача.

Необхідну кількість п'єзоелектричних випромінювачів, які встановлюють на зовнішній поверхні циліндричної труби, вибирають з урахуванням значення резонансної частоти радіально-згинальних коливань труби в робочому режимі і необхідної потужності ультразвукового перетворювача, що є вихідними даними проектного розрахунку параметрів технологічного процесу одержання біодизеля.

Один з кінців циліндричної труби (5 та 14), що містить кавітаційні елементи у вигляді щонайменше одного ультразвукового випромінювача, спряжують з конічною поверхнею.

Далі в ємність 1 заливають олію, в закритий резервуар 4 - метанол, а в бункер-дозатор 3 - лужний каталізатор.

При закритому клапані реагентного розчину 10 відкривають впускний електроклапан 8 поплавкового дозатора 6 і наповнюють ємність 5 необхідним об'ємом метанолу, після чого клапан 8 автоматично закривають.

Далі одночасно включають змішувальний насос 9, дозатор лужного каталізатора 3 та ультразвукові випромінювачі 7 (або 29).

Циркулювання метанолу та активаційну ультразвукову обробку реагентного розчину продовжують після припинення подачі лужного каталізатора дозатором 3 ще протягом певного встановленого терміну. Далі одночасно відкривають впускний електроклапан олії 2, клапан подачі реагентного розчину 10, впускні електроклапани кавітаційної камери 25 та ємності реактора і включають циркуляційний насос 21.

За рахунок пропорційної подачі реагентного розчину в потік олії на лінії всмоктування досягають рівномірної концентрації компонентів, а після заповнення заданого об'єму реактора 11 одночасно закривають електроклапани подачі олії 2, реагентного розчину 10 та відкривають впускний електроклапан 13 реактора.

Циркуляційний режим продовжується через кавітаційну камеру, а при необхідності й через теплообмінник, після чого відкривають впускний електроклапан відстійника 15 та закривають впускний електроклапан 12 реактора і весь об'єм перекачують у відстійник 14, де включають 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 здійснюють в автоматич-

ному режимі, після чого відкривають відповідні електроклапани для випускання одержаних речовин у відповідні збірні ємності.

Установка виконують модульного типу для можливості встановлення в загальну технологічну лінію переробки насіння на олію та систему доочищення і кондиціювання біодизельного пального. Модульну біодизельну установку можуть при необхідності встановлювати на мобільну платформу.

Розроблений спосіб показав високу ефективність при одержанні біодизеля на основі багатокомпонентних сумішей. Крім того, реалізація способу дозволяє запобігти потраплянню залишків змішаної олійної маси в ємність метанолу, а також неконтрольованому непропорційному процесу змішування залишків метанолу в кавітаційній камері та системі на початку подачі олії.

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. С10L1/00, F24H4/00, F25B29/00, опубл. 15.12.2006, Бюл. №12.

3. UA №19495. Установка для одержання біопалива для дизелів. МПК(2006) С10L1/00, F24H4/00, F25B29/00. Опубл. 15.12.2006, Бюл. №12.

4. UA №36284. Модульна біодизельна установка. МПК(2006) С10L1/00, 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. - 192 с.

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,

политехи, ін-т". Сер. машиностроєння. - 1999. - Вип.35. - С.111-119.

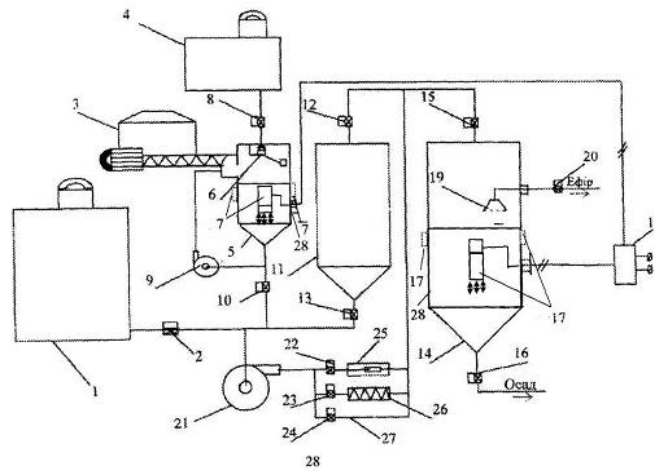


Fig. 1

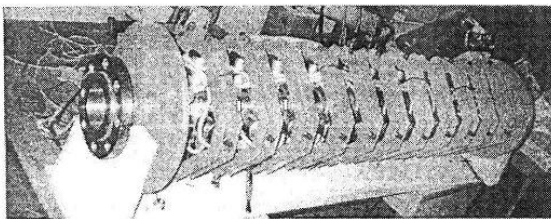


Fig. 2

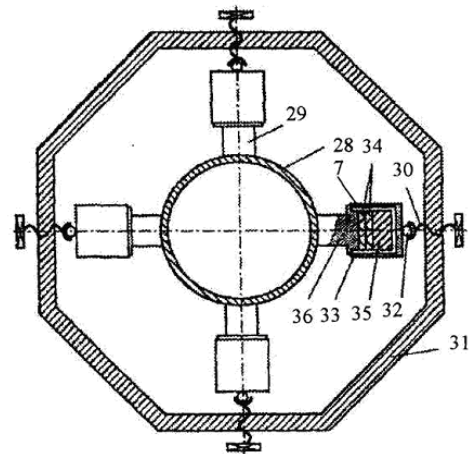


Fig. 3

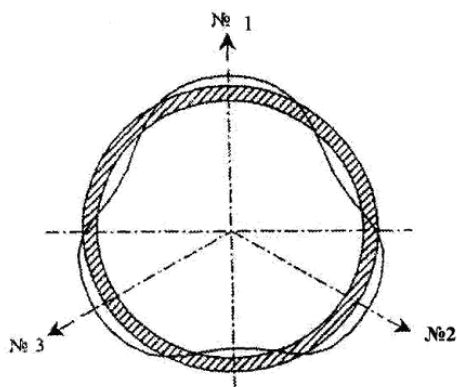


Fig. 4

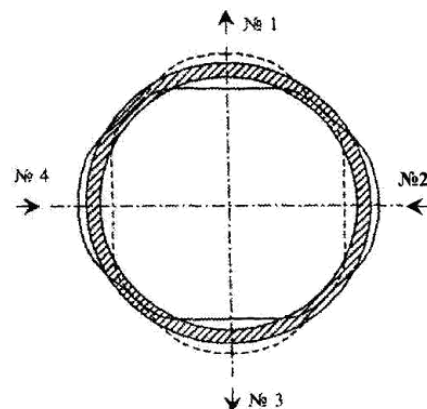


Fig. 5