



УКРАЇНА

(19) UA (11) 27626 (13) U
(51) МПК (2006)
B04B 3/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ГІДРОЦИКЛОН ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД НАФТОПРОДУКТІВ

1

2

(21) u200706906

(22) 19.06.2007

(24) 12.11.2007

(72) ЗУБЧЕНКО ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ,
UA, ПАВЛЮХ ЛЕСЯ ІВАНІВНА, UA, ШВЕЦЬ
ДМИТРО ІВАНОВИЧ, UA, ГОРУПА ВАСИЛЬ
ВАСИЛЬОВИЧ, UA, МАТВЄЄВА ОЛЕНА ЛЬВІВНА,
UA(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(56)

(57) Гідроциклон для очищення стічних вод від нафтопродуктів, що містить циліндричний корпус з конічною нижньою частиною, перфорований корпус-роздільник, забірний рукав із непроникною

гофрованою стінкою, забірний патрубок, патрубок зливу відстою, кран, тангенціальний патрубок вводу забрудненої рідини, поплавок який **відрізняється** тим, що додатково містить сорбційний фільтр, встановлений у верхній частині забірного рукава і виконаний з можливістю поглинання залишків води на кінцевій стадії розділення суміші, забірний рукав виконаний із непроникною гофрованою стінкою та "волоконном Воюцького", яким обгорнуто перфорований конус-роздільник? виконаний з можливістю затримки води із зовнішньої частини у внутрішню відносно конусного корпусу-роздільника, де міститься відділений нафтопродукт.

Корисна модель відноситься до пристроїв для очищення стічних вод від забруднень нафтопродуктами в гравітаційному і відцентровому полях та з використанням сорбентів і може бути застосована у нафтохімічній та інших галузях промисловості для очищення нафтовмісних стічних вод.

Відомі пристрої для силового розділення нафтовмісних вод і нафтопродуктів із забрудненнями води і механічними домішками являють собою циліндричні гідроциклони, в які продукт розділу поступає через тангенціальний патрубок, розміщений в їх нижній частині [1,4]. У верхній частині гідроциклону знаходиться плаваючий забірник, за допомогою якого відбирається нафтопродукт, який відстоявся і знаходиться зверху забірника. Плаваючий забірник знаходиться в перфорованому металевому конусі, який ззовні покритий матеріалом, який відокремлює воду і нафтопродукт ("волоконно Воюцького"). Важкі компоненти (вода, механічні домішки і ін.) відокремлюються від нафтопродуктів і збираються у нижній частині (відстійнику) гідроциклону, звідки видаляються через зливний штуцер та кран зливу відстою. Співпадаючими із пристроєм на заявку ознаками є: гідроциклон з підвідним тангенціальним патрубком, розміщеним в його нижній частині, патрубки відводу очищеної рідини

та забруднень, перфорований корпус-роздільник, плаваючий забірний рукав.

Найбільш близьким аналогом є гідроциклон для розділення суміші нафти і води [2], дія якого заснована на використанні відцентрових сил інерції і який включає циліндричний корпус з конічним днищем, тангенціальний патрубок підводу рідини, зливний перфорований патрубок.

У зв'язку з тим, що у відомому пристрої проводилося відокремлення незначної кількості води і механічних домішок від нафтопродукту, а у пристрої, що заявляється на патент, концентрація води - значна, а нафтопродукту - невелика, то для посилення ефекту розділу нафтопродукту і води використовується водовідштовхуюче "волоконно Воюцького", яким обгортається перфорований корпус-роздільник, а також сорбційний фільтр, розташований на плаваючому забірному рукаві, який поглинатиме залишки води на кінцевій стадії розділення суміші.

В основу корисної моделі поставлена задача у створенні гідроциклону для очищення стічних вод від забруднень нафтопродуктами шляхом обгортання у гідроциклоні перфорованого корпусу-роздільника "волоконном Воюцького" з метою втримання проникнення води у внутрішню порожнину корпусу-роздільника, де міститься відділений від води нафтопродукт і встановлення на вході плаваючого забірника сорбційного

(19) UA (11) 27626 (13) U

фільтра, який поглинатиме залишки води, які потрапили разом з нафтопродуктом у внутрішню частину перфорованого корпусу-роздільника. Завдяки використанню "волокна Воюцького" і сорбційного фільтра досягається більш високий ступінь відділення нафтопродукту від води у гідроциклоні.

Поставлена задача удосконалити корисну модель вирішується тим, що перфорований конусний корпус-роздільник гідроциклону для очищення стічних вод від забруднень нафтопродуктами обгортається "волокном Воюцького", яке не пропускати воду із зовнішньої частини відносно конусного корпусу-роздільника до внутрішньої, де міститься відділений нафтопродукт.

Між сукупністю суттєвих ознак корисної моделі, яка подається на заявку, та технічним результатом, який потрібно досягнути, існує наступний причинно-наслідковий зв'язок. Завдяки перфорованому конусному корпусу-роздільнику, який розділяє внутрішню порожнину гідроциклону на внутрішню і зовнішню відносно своєї осі, у внутрішній порожнині відсутній рух рідини, тобто швидкість відсутня ($V_1=0$), і як наслідок, тиск - максимальний ($P_1=\max$), а ззовні конусного корпусу-роздільника через дію відцентрового поля швидкість $V_2=\max$, а отже тиск $P_2=\min$. Внаслідок різниці тисків (P_1-P_2), яка направлена зсередини очисника назовні та використання волокна Воюцького, можемо втримувати воду з механічними домішками від проникнення із зовнішньої порожнини гідроциклону у внутрішню відносно конусного корпусу-роздільника.

Створення відцентрового поля відбувається наступним чином.

Підвід рідини до корпусу очисника відбувається за допомогою патрубка, який розміщений по дотичній до бокової циліндричної поверхні гідроциклону, внаслідок чого забруднена рідина приводиться в обертання і на забруднену рідину починають діяти відцентрові сили.

Принцип роботи "волокна Воюцького" оснований на різному ступені змочуваності цього волокна різними рідинами. Нафтопродукт добре змочує це волокно, а вода - навпаки, що призводить до пропускання через волокно нафтопродукту та відокремлення води.

Завдяки плаваючому забірному рукаву із непроникною герметичною, гофрованою стінкою, у верхній частині якого розташований сорбційний фільтр, стає можливим відбирати залишки води, які потрапили із нафтопродуктом у внутрішню частину корпусу-роздільника, що, як наслідок підвищує якість використання забірної рукава. Гідроциклон дозволяє очищувати рідину від частинок забруднень та води розміром 20мкм.

Гідроциклон для очищення стічних вод від забруднень нафтопродуктами, що подається на заявку зображений на кресленні (Фіг.1 і 2).

На Фіг.1 зображено переріз пристрою вертикальною площиною та схему сил, діючих на частинки нафтопродукту і механічні домішки, які знаходяться в пристрої.

На Фіг.2 зображено переріз пристрою горизонтальною площиною А-А.

Гідроциклон для очищення стічних вод від забруднень нафтопродуктами містить у собі циліндричний корпус 1 з конічною нижньою частиною 2, перфорований конус-роздільник 3, обгорнутий "волокном Воюцького" 4 і який встановлено всередині корпусу 1 та ділить корпус гідроциклону на дві частини: внутрішню та зовнішню відносно корпусу-роздільника, забірний рукав із непроникною гофрованою стінкою 5, який розміщено всередині конусного корпусу-роздільника 3 з встановленим сорбційним фільтром 6, забірний патрубок 7, який з'єднаний із забірним рукавом 5 і по якому виводять очищену рідину, патрубок зливу відстою 8, який приєднано до нижньої конічної частини 2 корпусу 1, кран 9, який приєднаний до патрубка зливу відстою 8, тангенціальний патрубок вводу забрудненої рідини 10, який розміщено в нижній частині корпусу 1, поплавок 11 приєднаний зверху забірної рукава із непроникливою гофрованою стінкою 5.

Гідроциклон для очищення стічних вод від забруднень нафтопродуктами працює наступним чином.

Забруднена вода подається через тангенціальний патрубок 10 у корпус 1. Під дією відцентрових сил забруднена вода переходить в обертальний рух, механічні домішки і вода відкидаються до стінок гідроциклону, нафтопродукти, пройшовши через "волокно Воюцького" 4, концентруються біля центру корпусу 1. Таким чином здійснюється розділення більшої маси води і механічних домішок від нафтопродуктів. Відокремлений нафтопродукт пересувається вгору по гідроциклону все більш концентруючись навколо конусного корпусу-роздільника 3.

Завдяки перфорованому конусному корпусу-роздільнику 3 у внутрішній порожнині (I) відсутній рух рідини ($V_1=0$), а отже відповідно законам фізики тиск максимальний ($P_1=\max$), ззовні конусного корпусу-роздільника 3 завдяки відцентровому полю швидкість V_2 досягає максимуму ($V_2=\max$), а отже тиск наближується до мінімального ($P_2=\min$). Завдяки різниці тисків ($P_1 \gg P_2$) та використання "волокна Воюцького", що дозволяють втримувати воду з механічними домішками від проникнення із зовнішньої порожнини гідроциклону у внутрішню відносно конусного корпусу-роздільника. У внутрішній частині конусного корпусу-роздільника відділений від води нафтопродукт потрапляє в забірний рукав із непроникною стінкою 5, поплавком 11 та сорбційним фільтром 6 і через забірний патрубок 7 відводиться в ємність дня очищеної рідини (на кресленні не показана). Дрібнодисперсні частинки забруднень і вода осідають у нижній конічній частині 2 корпусу 1 і далі надходять у патрубок зливу відстою 8 та при відкриванні крану 9 виводяться із гідроциклону.

Таким чином здійснюється відокремлення води, яка містить у собі забруднення нафтопродуктами. При цьому процес очищення за допомогою запропонованого гідроциклону є високоефективним та потребує мінімальної енергозатрати тільки на підтримку подачі рідини, що подається у гідроциклон.

Нижче приведено розрахунок геометричних розмірів гідроциклону для очищення рідин від механічних домішок і нафтопродуктів та часу осадження частинок забруднень розміром 20мкм і більше.

На частинку забруднення діють: відцентрова сила інерції F_m , сила стоксового опору F_c , сила ваги P , архімедова сила F_a та коріолісова сила інерції. на Фіг.1 вона не позначена, тому що перпендикулярна площині креслення. Що стосується сил P та F_a , то вони практично врівноважують одна одну, а коріолісовою силою інерції можна знехтувати з огляду на досить малу відносну швидкість частинок забруднення [3].

У даному випадку диференціальне рівняння руху частинки забруднення можна записати в такому вигляді:

$$m = \frac{dV_r}{dt} = F_{IH} - F_c; \quad (1)$$

де m - маса частинки забруднення; $V_r = \frac{dV_r}{dt}$ - відносна швидкість.

Як відомо [3], відцентрова сила інерції дорівнює:

$$F_{IH} = m \frac{V_e^2}{r}; \quad (2)$$

де V_e - переносна швидкість.

Сила стоксового опору дорівнює:

$$F_c = 3\pi\mu V\tau; \quad (3)$$

де d - умовний діаметр частинки; μ - динамічний коефіцієнт в'язкості рідини.

Переносну швидкість V_e можна визначити через прокачування Q і площу перетину патрубку вводу забрудненої води по формулі:

$$V_e = \frac{4Q}{\pi D^2}; \quad (4)$$

де D - діаметр цього патрубка.

Що стосується маси частинки забруднення, то, приймаючи умовно частинку у вигляді кульки з діаметром d і густиною ρ , її масу можна представити як:

$$m = \frac{\pi d^3}{6} \rho; \quad (5)$$

Після підстановки всіх вказаних величин в рівняння (1) та подальших скорочень це рівняння можна записати у вигляді:

$$\frac{d^2 r}{dt} + 18 \frac{M}{d^2 \rho dt} \frac{dr}{dt} - \left(\frac{4Q}{\pi d^2} \right) \frac{1}{r} = 0; \quad (6)$$

$$\frac{dr}{dt} = V_r; \quad \frac{d^2 r}{dt} = \frac{dV_r}{dt}.$$

Рівняння (6) є нелінійним однорідним диференціальним рівнянням 2-го порядку, розв'язання якого пов'язано з певними труднощами. Тому розв'язання можна здійснити шляхом визначення значення r у вигляді розкладання його в ряд Мак'лорена, тобто у вигляді:

$$r = r(0) + r'(0)t + \frac{r''(0)}{2!}t^2 + \frac{r'''(0)}{3!}t^3 + \frac{r^{(4)}(0)}{4!}t^4. \quad (7)$$

Для визначення початкових значень похідних 3-го порядку та вищих порядків, що стоять в ряді Мак'лорена, можна послідовно диференціювати по показнику часу диференціальне рівняння руху частинки забруднення, тобто, підвищуючи його порядок кожного разу на одиницю. Внаслідок розв'язання кожного з одержаних таким чином рівнянь відносно вищої похідної отримуємо загальні визначення (в функції показника часу) похідних 3-го порядку та вище порядків, що вирішуються. Загальне визначення для похідної 2-го порядку може бути одержане безпосередньо з диференційного рівняння руху. Підставляючи в знайдені таким чином похідні початкові умови, тобто $t=0$, $r(0)=r_0$, $r'(0)=0$, неважко одержати вирази для всіх коефіцієнтів в ряді Мак'лорена у функції відомих початкових умов і коефіцієнтів диференціального руху.

В якості прикладу розглянемо циклон, що має такі параметри:

$$r_0=2,5\text{см}; R=25\text{см};$$

$$Q=10^3\text{см}^3/\text{с}; D=1\text{см}; R \geq t \geq r_0$$

Для частинок забруднень розміром $d=0,002\text{см}$.

$$r=2,5+2500t^2-$$

$$127500000t^3+80000000000t^4+\dots \quad (8)$$

Приймаючи $r=R-r_0=22,5\text{см}$ можна з виразу (3) знайти час руху такої частинки, який приблизно дорівнює $t=0,26\text{сек}$. Для більших частинок забруднень цей час буде меншим. Порівняємо значення цього часу t зі значенням часу τ перебування в пристрої. Значення часу τ можна визначити, якщо відомий об'єм пристрою, який дорівнює:

$$V = \pi R^2 h + \frac{2}{3} \tau R^2 (H - h); \quad (9)$$

З формули: $V=Q\tau$ знаходимо:

$$\tau = \frac{\pi R^2 h + \frac{2}{3} \pi R^2 (H - h)}{Q}. \quad (10)$$

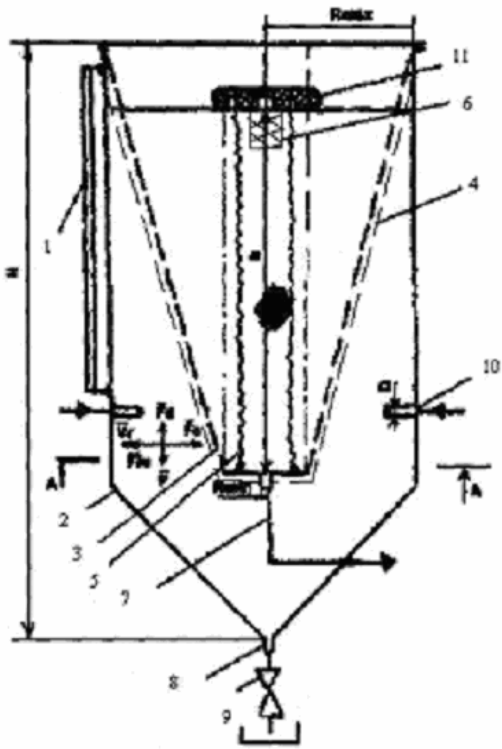
Джерела інформації:

1. Роев Г.А., Юфин Б.А. Очистка сточных вод и вторичное использование нефтепродуктов. - М: Недра, 1987. - 100с.

2. А.с. 584895 СРСР, МПК В04С5/12. - №584895; Заявл. 12.01.79; Опубл. 20.08.79, Бюл. №10 - 6с.

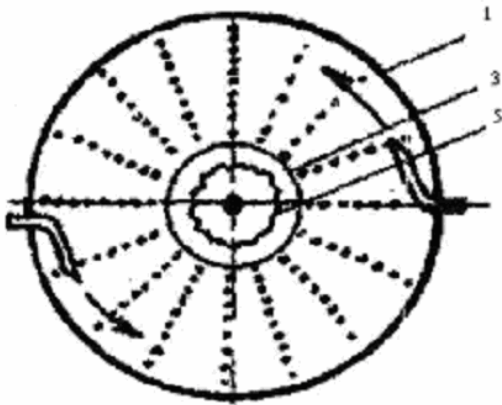
3. Никонов К.Б., Карабцов Г.П. Очистка жидкостей в силовых полях: Учебное пособие. - Киев: КНИГА, 1980. - 48с.

4. Патент 01386 Україна, МПК В04С5/00. Гідроциклон для очистки рідин від механічних домішок №15975; Заяв. 13.02.06; Опубл. 17.07.06., Бюл. №7. - 5с.



Фиг.1

A-A



Фиг.2