



УКРАЇНА

(19) UA (11) 27465 (13) U
(51) МПК (2006)
B63B 59/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КАВІТАЦІЙНА НАСАДКА ДЛЯ ГІДРОДИНАМІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ

1

2

(21) u200708801

(22) 30.07.2007

(24) 25.10.2007

(72) ДОЛГОПОЛОВ ЮРІЙ ЯКОВИЧ, UA,

ДОЛГОПОЛОВ МАКСИМ ЮРІЙОВИЧ, UA,

КОВАЛЕНКО МИХАЙЛО ВАСИЛЬОВИЧ, UA

(73) ДОЛГОПОЛОВ ЮРІЙ ЯКОВИЧ, UA

(56)

(57) 1. Кавітаційна насадка для гідродинамічного очищення, що містить корпус, в якому виконані конфузор, дифузор і двоступінчаста циліндрова ділянка, що з'єднує конфузор з дифузorzом, яка відрізняється тим, що на вихідному зрізі дифузора на опорах встановлена конічна вставка,

вершина якої направлена у бік конфузора, з утворенням конусоподібного зазору між поверхнею дифузора і поверхнею конічної вставки.

2. Кавітаційна насадка для гідродинамічного очищення за п. 1, яка відрізняється тим, що опори виконані у вигляді чотирьох прямокутних пластин, кінці яких укріплені в прорізах корпусу форсунки і конічної вставки.

3. Кавітаційна насадка для гідродинамічного очищення за п. 1, яка відрізняється тим, що двоступінчаста циліндрова ділянка виконана у вигляді циліндрової стабілізуючої ділянки, з'єднаної з кільцеподібною проточною.

Корисна модель відноситься до устаткування для очищення різних поверхонь, переважно підводних частин різних гідротехнічних інженерних споруд і різних плавзасобів, за допомогою високонапірного струменя води, а саме, до кавітуючих насадок, які встановлюють на виході сопел високого тиску.

Підводні частини поверхонь різних гідротехнічних інженерних споруд і різних плавзасобів схильні до обростання тваринними і рослинними організмами, при цьому обростання, наприклад, підводних частин судів - бортів, винторульової групи, кінгстонів грати і ін. - приводить до збільшення шорсткості поверхні підводної частини корпусу судна, а, отже, до погіршення його ходових характеристик і перевитрати палива.

При цьому збільшення шорсткості на 10мкм приводить до збільшення витрати палива на 1%. Інтенсивність обростання за одну навігацію в середньому складає: у північних морях 3-5кг/м², в тропічних морях - більше 50кг/м² при товщині обростання до 20см.

Явище кавітації відоме науці ще з XIX століття. Його передбачив англійський фізик О. Рейнольдс. З фізичної точки зору кавітація - це утворення розривів рідини в результаті місцевого пониження тиску. Присутні в рідині бульбашки газу або пару починають рости, потім скорочуватися, створюючи

кавітаційну зону, заповнену кавітаційними бульбашками.

Таким чином, кавітаційні бульбашки виникають в рідині, якщо в ній створити знижений тиск. Живуть кавітаційні бульбашки дуже недовго. З величезною швидкістю, за нікчемні доли секунди вони схлопуються. Це схлопування, подібно до вибуху, породжує ударну хвилю. Хай це всього лише мікровибухи. У короткі миті їх відбувається сотні і тисячі. Вони накладаються один на одного, множаючи свої сили. У різних точках рідини температура миттєво підскакує до тисяч градусів, а тиск - до сотень і тисяч атмосфер. При схлопуванні бульбашок виникають якнайтонші промені-жала, що діють на тверду поверхню подібно до різального брону кумулятивного снаряда, але з негативною спрямованістю. У одному кубічному сантиметрі так званого кавітаційного поля пульсує відразу близько мільярда кавітаційних бульбашок.

Спрощену теорію явища кавітації запропонував в 1919 році лорд Релей. У основі її допущення, що в ідеальній суцільній рідині утворюється абсолютна порожнина. Під дією тиску її стінки насуваються один на одного і у міру стиснення порожнини швидкість їх зближення зростає і до моменту зіткнення стає нескінченно великою. Проте в реальних умовах кавітаційна порожнина містить пари і газу, які в процесі

(13) U

(11) 27465

(19) UA

схлопування повинні нагріватися, тому нескінченно великих швидкостей і тиску вже не виходить. Спроби зміряти параметри процесів, що відбуваються в реальності, приносять досить несподівані результати. Швидкість руху стінок порожнини від 600 до 2.500м/сек, температура від 6000 до 11.000°C, тиск від 12.000 до 450.000атм і вище.

Проте, не дивлячись на численні приклади сучасного практичного використання ефекту кавітації в різних технологіях і пристроях, повна і достатньо точна фізико-математична модель явища кавітації в даний час ще не створена зважаючи на складність його фізичного механізму.

Тому автори скористалися емпіричним методом при розробці пристрою, який заявляється, і який є складовою частиною технічної системи «Автономний комплекс бездокового очищення судів» (далі по тексту - «АКБОС»).

Комплекс АКБОС призначений для очищення підводних частин корпусів судів від біологічних обростань за допомогою гідродинамічних струменів без постановки судна в док.

Комплекс АКБОС також здатний проводити підводне очищення плавучих технічних засобів, конструкцій морських і річкових портових і гідротехнічних споруд, в т.ч. морських нафтогазовидобувних платформ, нафтоналивних причалів, естакад, трубопроводів.

Крім того, комплекс АКБОС може застосовуватися для очищення відкладень, окалини, іржі, фарби в авіаційній промисловості (лопатки компресорів і турбін), металургійній промисловості (листи металу після плющення), нафтової і нафтопереробній промисловості (танки, цистерни, внутрішньотрубне очищення свердловин), енергетичній промисловості (внутрішньотрубне очищення теплообмінників) і житлово-комунальному господарстві (очищення каналізаційних колекторів і трубопроводів).

Комплекс АКБОС є автономним комплексом, що містить комплект палубного (наземного), підводного і допоміжного устаткування.

До палубного устаткування відноситься насос високого тиску ($P=200\text{кгс/см}^2$ $Q=200\text{л/мін}$), насос підживлення ($P=5\text{кгс/см}^2$ $Q=200\text{л/мін}$) і шланги високого тиску.

До складу підводного устаткування входять водоплазний водометний пістолет і водоплазна водометна головка з шириною очищуваної поверхні 350мм.

Водометний пістолет і водометна головка оснащені генераторами кавітуючих струменів (насадками), які конструктивно є кавітаційним соплом типу сопла Лавалю, відомі, у принципі, з 1912 року.

Сопло Лавалю є трубою, що поступово звужується (конфузор), а потім що різко розширюється (дифузор). У найвужчій частині сопла Лавалю швидкість рідини зростає, а тиск падає настільки, що починають виникати порожнини, наповнені газом і паром. У міру розширення сопла швидкість потоку рідини зменшується, а тиск росте. Порожнини починають

схлопуватися - виникає ефект кавітації, при цьому кавітаційні бульбашки в пристрої, що заявляється, під високим тиском води виносяться із зони зародження (з насадки) і потрапляють на поверхню, що очищається, де вони схлопуються. Тому в зоні обробки поверхні, що очищається, крім ударної дії високошвидкісного струменя води виникає також кавітаційний ефект схлопування мільярдів бульбашок пари або газу, що приводить до високоякісного і швидкісного очищення поверхні від різного виду відкладень, іржі, фарби і т.п.

Кавітаційне сопло може бути виконано також у вигляді труби Вентурі, яка відрізняється від сопла Лавалю тим, що між конфузоровою і дифузоровою ділянками, діаметр якої рівний вихідному діаметру конфузора і вхідному діаметру дифузора.

Відомі різні пристрої для зняття задилок, наприклад, журнал «Винахідник і раціоналізатор» №3, 1966р. «Кавітація сьогодні»; там же №8, 1968р., с.36, «Бульбашками повітря»; там же №2, 1972р., с.24-26, «Підводне бомбардування пластмасових задилок»; журнал «Техніка і наука» №2, 1981г, «Кавітацією по окалині»; а.с. СРСР №167154 і 170323 «Пристрій для об'ємної вибродгалтовки»; а.с. СРСР №205355 «Ультразвукова ванна з тиском»; а.с. СРСР №200931 установка УЗВД; патент Великобританії №969546, 1964р. фірми «Роллс-ройс», в яких використовується ефект кавітації для проведення технологічного процесу зняття задилок з різних деталей.

Відомі пристрої для очищення різних поверхонь від забруднень, наприклад, а.с. СРСР №1568343 «Спосіб очищення поверхонь виробів», МПК-5 В 08 В 3/10, БВ-20-90р., ДСП; а.с. СРСР №1575403 «Установка для очищення виробів», МПК-5 В 08 В 3/04, БВ-24-90р., ДСП; а.с. СРСР №1575404 «Спосіб очищення виробів в герметичній камері», МПК-5 В 08 В 3/04, БВ-24-90р., ДСП, в яких використовується ефект кавітації для проведення технологічного процесу очищення поверхонь різних деталей від забруднень.

Відомий «Пристрій для запобігання обростанню суднових конструкцій» (А.с. СРСР №1564039, МПК-5 В 63 В 13/00, 59/04, БВ-18-90р.), що містить встановлені на стінці кінгстонового ящика ультразвукові перетворювачі, підключені до генераторів електричних імпульсів, при цьому хвилеводи перетворювачів проведені через стінки ящиків за допомогою ущільнень і жорстко закріплені на приймальних ґратах. Створювана в щілинах приймальних ґрат кавітація знищує личинки обростання до їх попадання в системи циркуляції.

Недоліком відомого пристрою є неможливість з його допомогою провести очищення поверхонь судів і гідроспоруд від біологічних обростань.

В даний час відомі декілька типів насадок, що створюють кавітуючий потік рідини за рахунок створення резонуючих проточок в корпусі насадок. Всі ці проточки виконують по периметру потоку і кавітуючий шар в такому потоці відображається на мішені кавітаційним факелом у вигляді кільця, де і відбувається руйнування мішені.

Для того, щоб перекрити всю площу мішені, в т.ч. і усередині кільця, необхідно додавати насадці рух, паралельний мішені.

Крім того, в таких насадках основна центральна маса потоку рідини не бере участь в утворенні кавітації, а діє звичайним напірним зусиллям, що знижує можливості силової установки по руйнуванню мішені.

Відомий «Пристрій для очищення внутрішньої поверхні труб з використанням кавітації» (А.с. СРСР №1513699, МПК-4 В 08 В 9/04, БВ-37-89р., ДСП), що містить блок формування умов кавітаційного закінчення, встановленого в пристрої розподільного блоку, а також виконання декількох отворів у вигляді порогових елементів. Застосування пристрою дозволяє використовувати при очищенні трубопроводів сумарний динамічний і кавітаційний ефект.

Відомий пристрій ефективен при очищенні внутрішньої поверхні трубопроводів, проте його конструкція не дозволяє ефективно використовувати відомий пристрій для очищення великих відкритих поверхонь, наприклад, корпусів судів.

Найбільш близьким по технічній суті і результату, що досягається, і вибраним як прототип є «Гидрокавитационный генератор Родіонова В.П.» (А.с. СРСР № 1614241, МПК-5 В 01 F 5/00, В 08 В 3/12, БВ-46-90р., ДСП), що містить кавітаційний насадок, що має внутрішню поверхню у формі конфузора, з'єднаного з дифузорею, напроти якого розташований відбивний елемент, причому конфузор з'єднаний з дифузорею за допомогою двоступінчатої циліндрової ділянки, у якій діаметр конфузора менше або рівний 0,5 діаметру другого ступеня, при цьому відношення менших діаметрів дифузора і конфузора рівне 1,25-2,0, а відношення відстані від вихідного отвору дифузора до відбивного елемента до меншого діаметру конфузора не менше 4.

Недоліком прототипу при використанні його як кавітаційної насадки для гідродинамічного очищення є неможливість отримання плями очищення у вигляді круга, оскільки пристрій по прототипу дозволяє одержати на мішені кавітуючий потік тільки у вигляді кільця, центральна частина якого при очищенні залишається незайманою.

Задачею корисної моделі є розробка пристрою для гідродинамічного очищення з досягненням технічного результату - збільшення площі очищення.

Поставлена задача досягається тим, що в «Кавітаційній насадці для гідродинамічного очищення», що містить корпус, в якому виконані конфузор, дифузор і двоступінчата циліндрова ділянка, що з'єднує конфузор з дифузорею, на вихідному зрізі дифузора на опорах встановлена конічна вставка, вершина якої направлена у бік конфузора, з утворенням конусоподібного зазора між: поверхнею дифузора і поверхнею конічної вставки, крім того, опори виконані у вигляді чотирьох прямокутних пластин, кінці яких укріплені в прорізах корпусу форсунки і конічної вставки, а двоступінчата циліндрова ділянка виконана у

вигляді циліндрової стабілізуючої ділянки, з'єднаної з кільцеподібною проточною.

Суть пристрою, що заявляється, полягає в тому, що заявляема кавітаційна насадка для гідродинамічного очищення забезпечує отримання плями очищення у вигляді круга, що на 50-70% перевищує площу кільцеподібною плями очищення, яку одержують у відомих кавітаційних форсунках для гідродинамічного очищення, в т.ч. і в прототипі.

Суттєвими ознаками заявляемого пристрою, співпадаючими з прототипом, є наступні ознаки:

- корпус;
- у корпусі виконані конфузор, дифузор і двоступінчата циліндрова ділянка;
- двоступінчата циліндрова ділянка з'єднує конфузор з дифузорею.

Суттєвими відмінними від прототипу ознаками заявляемого пристрою є наступні ознаки:

- на вихідному зрізі дифузора на опорах встановлена конічна вставка;
- вершина конічної вставки направлена у бік конфузора;
- між поверхнею дифузора і поверхнею конічної вставки утворюється конусоподібний зазор.

Приватними відмінними від прототипу ознаками заявляемого пристрою є:

- опори виконані у вигляді чотирьох прямокутних пластин;
- кінці пластин укріплені в прорізах корпусу форсунки і конічної вставки;
- двоступінчата циліндрова ділянка виконана у вигляді циліндрової стабілізуючої ділянки, з'єднаної з кільцеподібною проточною.

Між суттєвими ознаками технічного рішення, що заявляється, і технічним результатом, який досягається з їх допомогою, існує наступний причинно-наслідковий зв'язок.

Дійсно, досягнення вказаного вище технічного результату - збільшення площі очищення - можливо тільки при реалізації всіх суттєвих ознак корисної моделі, за відсутності будь-якого з них досягнення технічного результату неможливе.

Наприклад, якщо в дифузоре не встановлена конічна вставка, то неможливе отримання кругової плями очищення, що робить неможливим досягнення технічного результату, який заявляється.

Якщо вершина конічної вставки не направлена у бік конфузора, то також неможливе отримання кругової плями очищення.

І, нарешті, якщо між поверхнею дифузора і поверхнею конічної вставки не утворюється конусоподібний зазор, то і при цьому неможливе отримання кругової плями очищення.

Решта суттєвих ознак технічного рішення, що заявляється, дозволяє здійснити конкретний варіант використання корисної моделі.

Проведений заявником аналіз рівня техніки, що включає пошук за патентними і науково-технічними джерелами інформації, з виявленням джерел, які містять інформацію про аналоги технічного рішення, що заявляється, дозволяє

встановити, що заявником не виявлені аналоги, ідентичні пристрою, який заявляється.

Тому можна стверджувати, що корисна модель, яка заявляється, відповідає умові охороноздатності за критерієм «новизна».

Крім того, корисна модель промислово застосовна, оскільки технічне рішення, що заявляється, дозволяє використовувати його, наприклад, в устаткуванні для очищення різних поверхонь, переважно підводних частин різних гідротехнічних інженерних споруд і різних плавзасобів, за допомогою високонапірного струменя води.

Можливість здійснення корисної моделі, що заявляється, підтверджується описом її практичної реалізації, що приводиться нижче, і ілюструється кресленнями.

На фіг. 1 зображений подовжній перетин насадки; на фіг. 2 показаний зовнішній вигляд насадки, вигляд з боку виходу.

Заявляема кавітаційна насадка для гідродинамічного очищення містить корпус 1, в якому виконані конфузори 2, дифузори 3 і двоступінчата циліндрова ділянка 4, що з'єднує конфузори 2 з дифузорами 3.

На вихідному зрізі 5 дифузори 3 на опорах 6 встановлені конічна вставка 7, вершина 8 якій направлена у бік конфузори 2, з утворенням конусоподібного зазора 9 між поверхнею дифузори 3 і поверхнею конічної вставки 7.

Крім того, опори 6 виконані у вигляді, наприклад, чотирьох прямокутних пластин 10, при цьому кінці пластин 10 укріплені в прорізах корпусу насадки і конічної вставки (умовно не показані).

Процес гідродинамічного очищення різних поверхонь за допомогою заявляємої кавітаційної насадки відбувається таким чином.

Забортна вода через сітчастий фільтр і водозабірний шланг підживлюючим насосом подається в насос високого тиску (умовно не показані), з якого по напірному шлангу подається до пістолета або головки (умовно не показані) і, пройшовши через насадку, перетворюється на швидкісний кавітаційний струмінь. При попаданні на очищувану поверхню (умовно не показана) під строго певним кутом відбувається руйнування обростання без пошкодження лакофарбного покриття.

Розглянемо докладніше процеси, що відбуваються в кавітаційній насадці, що заявляється.

Забортна вода вод тиском близько 200атм подається на вхід 11 кавітаційній насадки, проходить по частині корпусу 1, яка звужується, і яка є конфузори 2. У цій частині насадки швидкість води плавно збільшується, а тиск води плавно падає.

Далі вода потрапляє в циліндрову стабілізуючу ділянку 12 двоступінчатої циліндрової ділянки 4, що з'єднує конфузори 2 з дифузорами 3. Тут відбувається стабілізація швидкості і тиску води, що згладжує пульсації тиску насоса високого тиску. Потім вода потрапляє в кільцеподібну проточку 13 двоступінчатої циліндрової ділянки 4, яка є резонатором, за допомогою якого

збуджуються коливання тиску води і де зароджуються кавітаційні бульбашки. Діаметр кільцеподібної проточки 13 складає близько двох діаметрів циліндрової ділянки 12. Різкий перепад діаметрів кільцеподібної проточки 13 і циліндрової ділянки 12 забезпечує надійну генерацію кавітаційних бульбашок у високошвидкісному потоці води, який після проходження кільцеподібної проточки 13 потрапляє в конусоподібний зазор, що поступово збільшується за площею, 9 між поверхнею дифузори 3 і поверхнею конічної вставки 7. Тут швидкість кавітаційного потоку поступово падає, а тиск збільшується.

На зрізі конічної вставки 7 кавітуючий потік води утворює факел, перетин якого є суцільним кругом, який розширюється у міру наближення до поверхні очищення.

В процесі утворення кавітаційних бульбашок також беруть участь і опори 6, на яких встановлена конічна вставка 7, оскільки вони є обурюючими чинниками на шляху руху високошвидкісного кавітаційного потоку води.

Водолазна водометна головка по очищуваній поверхні (умовно не показані) рухається за рахунок гідрореактивної сили. Утримання головки на поверхні відбувається за рахунок гідродинамічної присмоктуючої сили, що виникає при обертанні ротора (умовно не показані).

Змінюючи режим роботи насадки (тиск, відстань до поверхні, кут нахилу насадки, час дії струменів і т.п.) можна проводити якісне очищення поверхні не тільки від обростань, але і від рихлої іржі, фарби, що відшарувалася, як без порушення основного лакофарбного покриття, так і до білого металу (перед постановкою судна в док під фарбування).

Продуктивність очищення поверхні при роботі з водолазним пістолетом складає 200-250м²/час, а при роботі з водолазною водометною головою - до 900-1000м²/час.

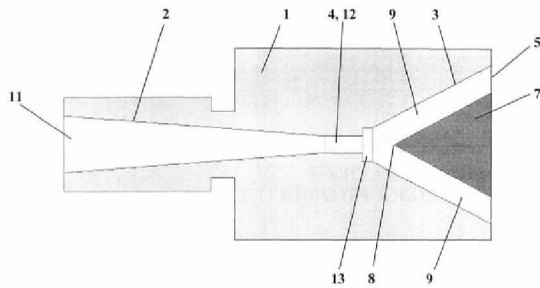
Комплекс АКБОС може з успіхом використовуватися в будь-яких морях, включаючи приполярні і екваторіальні, а також на річках і озерах.

Комплекс АКБОС абсолютно безпечний для оброблюваного об'єкту, оскільки контакт з ним відбувається в підводній частині, а робочим тілом є струмінь води. Тому комплекс АКБОС може зачищати судна, завантажені небезпечним вантажем, в т.ч. і нафтопродуктами.

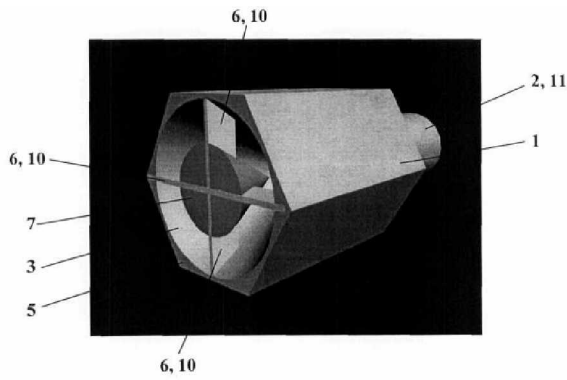
Водне середовище в районі роботи комплексу залишається екологічно чистим, оскільки відходами виробництва є забортна вода і природні біологічні обростання.

Таким чином, використання заявляємої кавітаційної насадки для гідродинамічного очищення у складі комплексу АКБОС або іншого аналогічного комплексу забезпечує отримання плями очищення у вигляді круга, що на 50-70% перевищує площу кільцеподібної плями очищення, яка одержується у відомих кавітаційних форсунках для гідродинамічного очищення, в т.ч. і в прототипі.

На підставі всього вищевикладеного можна зробити висновок, що задача, поставлена в даній корисній моделі - розробка пристрою для гідродинамічного очищення - виконана з досягненням технічного результату - збільшення площі очищення.



Фиг. 1



Фиг. 2