



УКРАЇНА

(19) UA (11) 18126 (13) U
(51) МПК (2006)
F15D 1/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПОКРИТТЯ, ЩО ДЕМПФІРУЄ І СТАБІЛІЗУЄ

1

2

(21) u200605969

(22) 30.05.2006

(24) 16.10.2006

(46) 16.10.2006, Бюл. № 10, 2006 р.

(72) Коробов Віталій Ілліч

(73) ІНСТИТУТ ГІДРОМЕХАНІКИ НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) Покриття, що демпфірує і стабілізує, для внутрішніх поверхонь трубопроводів, а також для твердих тіл при відносному русі останніх у рідині чи

газі, яке виконане у вигляді шару еластичного матеріалу, яке **відрізняється** тим, що поверхня покриття, що обтікається потоком, виконана гладкою, а внутрішня поверхня покриття виконана у вигляді виступів-западин, що чергуються у поперечному потоку напрямку, а поверхня твердого тіла виконана у вигляді відповідної форми западин-виступів, причому еластичний шар і тверде тіло з'єднані між собою суміжними поверхнями.

Корисна модель відноситься до трубопроводного транспорту, а також суднобудування й авіабудування.

Технічний результат - стабілізація пограничного шару і зниження гідродинамічного опору тертя, а також підвищення міцності покриття.

З погляду гідродинаміки поверхні, що обтікаються потоком рідини, підрозділяються на гладкі і шорсткуваті. Поверхні зі стохастично рівномірною (зернистою) шорсткістю мають гідродинамічний опір тертя більший, ніж гладкі поверхні.

Відомо технічне рішення одного зі способів керування пограничним шаром, що полягає в створенні упорядкованої шорсткості шляхом оребрення поверхні у формі неглибоких рівномірно розподілених борозенок (риблетов). Причому напрямком борозенок повинен збігатися з напрямком потоку, що обтікає поверхню. Застосування оребрених поверхонь приводить до зниження турбулентного тертя пластини на 8÷10%. Позитивний вплив оребрення зв'язують з такою зміною структури пограничного шару, при якому частота турбулентних викидів зменшується на 20÷25%. При цьому ефективність впливу залежить в основному від висоти і відстані між ребрами рифлення, величини яких повинні бути порядку розміру в'язкого підшару [1].

Одним з недоліків риблет є вузький діапазон параметрів обтікання, у якому виявляється гідродинамічна ефективність. Істотним недоліком є забруднення і засмічення дрібних канавок при експлуатації. Як наслідок, зникає структуруючий вплив риблет на пограничний шар, що, у свою чер-

гу, приводить до значного зменшення гідродинамічної ефективності.

Аналогом корисної моделі є покриття, що демпфірує, яке є реалізацією іншого способу керування прикордонним шаром, а саме, способу керування прикордонним шаром за рахунок розподіленого демпфірування шляхом надання поверхні, що обтікається потоком, в'язко-пружних властивостей [2]. Зменшення гідродинамічного тертя при використанні покриття, що демпфірує, може скласти 10÷30%.

Найбільш близьким технічним рішенням, стосовно заявленого, служить покриття, що демпфірує, [3]. Це покриття, що демпфірує, призначено переважно для твердих тіл, при відносному русі останніх у рідині чи газі. Покриття, що демпфірує, виконано у вигляді з'єднаних між собою шарів еластичного матеріалу, наприклад гуми, в одному з яких виконані заповнені в'язкою рідиною порожнини, шари з'єднані за допомогою виконаних на суміжних поверхнях еластичних шарів подовжніх у напрямку руху виступів-западин, зазори між якими утворюють два ряди порожнин, які зв'язані між собою похилими каналами, причому порожнини одного з рядів з'єднані каналами й утворюють замкнуті секції, що поєднуються джерелом перемінного статичного тиску, а в зовнішньому шарі покриття містяться похилі канали.

Недоліком відомого покриття є надмірна складність конструкції, що обумовлює складність його реалізації і застосування. Наявність внутрішніх порожнин, що заповнені рідиною, визначає вузькість діапазону застосування по параметрах обті-

(19) UA (11) 18126 (13) U

кання в зв'язку з обмеженнями по параметру міцності за припустимим рівнем пульсаційного і зсувного навантаження в пограничному шарі, що діють з боку потоку, що набігає, на зовнішню границю першого еластичного шару.

Крім того, поверхня, по якій поєднується нижній еластичний шар з підкладкою покриття виконана рівною. Таке рішення не забезпечує необхідного рівня міцності з'єднання покриття з твердою поверхнею (підкладкою), до якої покриття прикріплюється. При режимах обтікання з великими значеннями дотичних напружень на стінці, чи з градієнтом тиску в потоці, можливий обрив покриття.

У процесі експлуатації, також можлива ситуація, зв'язана зі зміною режиму обтікання, що приводить до перевищення рівня пульсаційного навантаження в пограничному шарі. Це викликає надмірне збільшення амплітуди розгойдування зовнішнього шару покриття, що веде до прояву динамічної шорсткості. При цьому відбувається збільшення гідродинамічного тертя. Тим самим нівелюються позитивні функціональні вихідні якості покриття.

Задачею дійсної корисної моделі є ефективне зниження аерогідродинамічного опору тертя, шумів і вібрацій тіла в потоці, а також трубопроводів, при різних умовах роботи і режимах обтікання, а також підвищення міцності покриття.

Зазначена задача досягається тим, що покриття, що демпфірує і стабілізує, переважно для внутрішніх поверхонь трубопроводів, а також для твердих тіл, при відносно русі останніх у рідині чи газі, виконується у вигляді шару еластичного матеріалу. Покриття відрізняється тим, що його зовнішня поверхня, що обтікається потоком рідини, повинна бути гладкою, а внутрішня поверхня виконана у виді виступів-западин, що чергуються у поперечному потоку напрямку. При цьому тверда поверхня (підкладка), на яку наноситься покриття, що демпфірує і стабілізує, виконана у вигляді відповідної форми западин-виступів. Причому еластичний шар і тверде тіло з'єднані між собою суміжними поверхнями, за аналогією зі шліцевим з'єднанням.

В основу реалізації зазначеної задачі покладений принцип, що поєднує окремі позитивні якості різних методів зниження опору в одному технічному рішенні. Реалізується комбінований метод керування примежовими течіями.

Суттєвою ознакою, що є загальною для аналога і технічного рішення, що заявляється, є наявність у конструкції еластичного в'язко-пружного шару.

Суттєвою ознакою, що є загальною для риблетів і технічного рішення, що заявляється, є наявність подовжніх жорстких ребер (борозенок), що зорієнтовані уздовж потоку.

Крок S між виступами (западинами) на поверхні, що є спільною для еластичного шару і твердої підкладки, пов'язаний з параметрами потоку. Величина безрозмірного кроку S^* лежить у діапазоні значень $10...200$. Тут $S^* = S \cdot u_\tau / \nu$, де u_τ - динамічна швидкість; ν - кінематична в'язкість рідини в потоці.

Перетин покриття, що демпфірує, показано на Фіг. Перетин покриття є поперечним, відносно напрямку потоку, що обтікає його зовнішню поверхню. На рисунку позначено: 1 - еластичний шар; 2 - підкладка (тверде тіло); 3 - виступи еластичного шару на внутрішній поверхні покриття; 4 - западини еластичного шару на внутрішній поверхні покриття; 5 - виступи на підкладці; 6 - западини на підкладці; 7 - зовнішня поверхня покриття, що обтікається потоком.

У пропонованому технічному рішенні, у порівнянні з аналогом, площа з'єднання покриття з підкладкою збільшується приблизно в 1,5 рази. При цьому покриття працює не тільки на відрив від підкладки, але і додатково утримується за рахунок дотичних напружень на бічних стінках виступів-западин оребрення. Тим самим підвищується міцність кріплення покриття, що демпфірує, до твердого тіла.

З одного боку, у поперечному напрямку до потоку покриття, що демпфірує, має регулярну анізотропію механічних властивостей. У зоні западин підкладки піддатливість покриття максимальна, котра обумовлена товщиною покриття в западині і його динамічним модулем пружності, а жорсткість мінімальна. У районі виступів підкладки товщина покриття мінімальна, а жорсткість покриття максимальна і практично дорівнює жорсткості підкладки.

Така конструкція покриття, з наявністю регулярної структури анізотропії механічних характеристик покриття по його площі, під дією поля збурюючого навантаження, що надходить з боку пограничного шару на зовнішню поверхню покриття, визначає різний ступінь деформування покриття в зонах виступів і западин з утворенням динамічної хвилястості поперек потоку.

Це сприяє формуванню і підтримці когерентних вихорових структур, що попарно розміщуються в потоці поблизу поверхні еластичного шару між кожними двома виступами підкладки і витягнутих по потоці уздовж ребер підкладки.

Така упорядкована вихорова структура, за аналогією з риблетами, сприяє підвищенню гідродинамічної ефективності.

У зв'язку з тим, що зовнішня поверхня еластичного шару є гладкою, на відміну від риблет, вихорова система упорядкованих вихрових структур може існувати в примежовій області в більшому діапазоні параметрів обтікання, що сприяє проявленню гідродинамічного ефекту.

З іншого боку, еластичний матеріал, що заповнює простір між ребрами підкладки, працює як в'язко-пружний шар, що демпфірує, і додатково забезпечує підвищення рівня гідродинамічної ефективності.

Пропоноване технічне рішення може бути здійснене, наприклад, шляхом нанесення борозенок на поверхню тіла, що омивається потоком рідини, чи внутрішню поверхню трубопроводу, з наступним заповненням борозенок еластичним матеріалом типу синтетичного каучуку в рідкій формі з наступною його полімеризацією.

Список використаних джерел інформації.

1. Енютина Г.В., Лашков Ю.А., Самойлова Н.В., Фадеев И.В., Шумилкина Е.А. Влияние про-

дольного оребрения на сопротивление турбулентного трения. - Ученые записки ЦАГИ, 1988, т.19, №4, с.37-44.

2. Бабенко В.В., Канарский М.В., Коробов В.И. Пограничный слой на эластичных пластинах. - Киев, Наукова думка, 1993, 264с.

3. Авторское свидетельство СССР №413286. Демпфирующее покрытие. Авторы: Бабенко В.В., Козлов Л.Ф., Першин С.В., 1974, бюл. №4.

