



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40405 (13) U  
(51) МПК  
С08К 3/18 (2008.04)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) АНТИКОРОЗИЙНЕ ЗНОСОСТІЙКЕ ПОКРИТТЯ

1

(21) u200812077

(22) 13.10.2008

(24) 10.04.2009

(46) 10.04.2009, Бюл.№ 7, 2009 р.

(72) КАЛЬБА ЄВГЕН МИКОЛАЙОВИЧ, UA, САВ-  
ЧУК ПЕТРО ПЕТРОВИЧ, UA, БУКЕТОВ АНДРІЙ  
ВІКТОРОВИЧ, UA, ГАРМАТЮК РОСТИСЛАВ ТА-  
РАСОВИЧ, UA, КОНДРАТЮК ВІКТОР ЛУКИЧ, UA,  
АНДРІЄВСЬКИЙ ВОЛОДИМИР ВІКТОРОВИЧ, UA(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДА-  
ГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА  
ГНАТЮКА, UA(57) Антикорозійне зносостійке покриття на основі  
епоксидно-діанової смоли, пластифікатора, тверд-  
ника і наповнювачів, яке **відрізняється** тим, що  
складається з адгезійно-демпфіруючого і зносо-  
стійкого шарів, а як наповнювач містить ультратради-

2

сперсні частинки металовуглецевої композиції і  
карбїду кремнію при наступному співвідношенні в  
шарах:

для адгезійно-демпфіруючого шару (мас. ч.):

епоксидна смола ЕД - 20-100

аліфатична смола ДЕГ-1 - 15-25

нітрильний каучук СКН-26-1 - 8-10

твердник (поліетиленполіамін ПЕПА) - 10-12

наповнювач (металовуглецева композиція, МВК 2-  
5мкм) - 30-60,

для зносостійкого шару (мас. ч.):

епоксидна смола ЕД - 20-100

аліфатична смола ДЕГ-1 - 15-25

твердник (поліетиленполіамін ПЕПА) - 10-12

наповнювач (металовуглецева композиція, МВК 2-  
5мкм) - 60-80

карбїд кремнію, 60-80мкм - 120-140.

Корисна модель відноситься до області мате-  
ріалознавства зокрема, для отримання антикоро-  
зійного зносостійкого композиційного покриття на  
основі полімерної матриці та неорганічних напов-  
нювачів для забезпечення експлуатаційної надій-  
ності і довговічності технологічних машин в хіміч-  
ній, нафтопереробній, харчовій, та інших галузях  
при використанні агресивних середовищ.

Відома полімерна композиція [пат. Японії  
№63142021, 1.03.88 «Епоксидна композиція»] міс-  
тить (мас.ч.): епоксидна смола - 100, етилтримето-  
ксилан - 07, крезольна новолачна смола - 20, но-  
волачна фенолоформальдегідна смола - 9,2,  
наповнювач SiO<sub>2</sub> - 65,5.

Недоліком даної композиції є складність тех-  
нології формування і нанесення захисного покрит-  
тя на деталі складного профілю та низька гідро-  
абразивна стійкість.

Відома також композиція для нанесення захи-  
сних покриттів [а.с. СРСР, №691471, «Полімерна

композиція»], яка міститься (мас.ч.): епоксидна  
смола - 100, пластифікатор - 19-30; твердник - 12-  
15; корунд - 340-350; скловолокно - 14-16. (аналог).

Недоліком даної композиції є недостатня зно-  
состійкість і значна шорсткість поверхні покриття  
із-за великої зернистості наповнювача.

Найбільш близькою за технічною суттю до  
композиції, яка заявляється, є полімерна компози-  
ція [а.с. СРСР, №923165, «Композиція для антико-  
розійних покриттів»], що містить (мас.ч.): епоксид-  
на смола - 100; пластифікатор - 15-30; твердник -  
40-50; прискорювач затвердіння - 2-5; окис хрому -  
30-70; корбїдооксидна кераміка - 100-300.

Однак і дана композиція володіє недостатньою  
адгезією до феромагнітної основи та довготрива-  
лим часом її полімеризації при високій температу-  
рі.

В основу корисної моделі поставлена задача  
підвищення адгезійних, реалогічних та зносостій-  
ких властивостей композиції для підвищення екс-

(13) U

(11) 40405

(19) UA

платуаційних характеристик деталей машин, які працюють в умовах гідроабразивного зношування.

Поставлена задача вирішується тим, що антикорозійне зносостійке покриття на основі епоксидно-діанової смоли, пластифікатора, твердника і наповнювачів наноситься в два шари: спочатку адгезійно-демпфуючий, а поверх нього зносостійкий шар. При цьому нанесення зносостійкого шару покриття проводять на недоотверджений адгезійно-демпфуючий шар, що забезпечує високу адгезію між двома шарами за рахунок взаємодифузії. При цьому кожний із шарів покриття має відповідний склад компонентів.

Для адгезійно-демпфуючого шару, (мас.ч.):

- епоксидна смола ЕД-20-100;
- аліфатична смола ДЕГ-1-15-25;
- нітрильний каучук СКН-26-1-8-10;
- твердник, поліетиленполіамін, ПЕПА-10-12;
- наповнювач (металовуглецева композиція, МВК, 2-5мкм) - 30-60.

Для зносостійкого шару, (мас.ч.):

- епоксидна смола ЕД-20-100;
- аліфатична смола ДЕГ-1-15-25;
- твердник (поліетиленполіамін ПЕПА) - 10-12;
- наповнювач (металовуглецева композиція, МВК 2-5мкм) - 60-80;
- карбід кремнію, 60-80мкм - 120-140.

В якості базового компоненту для полімерної матриці захисного покриття використано низькомолекулярну епоксидно-діанову смола ЕД-20 ГОСТ 10687-76, яка в затверділому стані характеризується високими фізико-механічними властивостями та адгезійною міцністю до металів і сплавів. З метою підвищення фізико-механічних та покращення технологічних властивостей епоксидну смола пластифікують аліфатичною смолою ДЕГ-1 (ТУ6-05-1645-73), яка представляє собою дигліцидиловий ефір диетиленгліколю. Для зшивання епоксидного в'язучого використовували твердник холодного стверджування - поліетиленполіамін (ПЕПА, ТУ 6-02-594-73).

Нанесення на металеву основу (сталю) адгезійно-демпфуючого шару товщиною 80-100мкм, який містить 30-60мас.ч. металовуглецевої композиції дозволяє суттєво підвищити адгезійну міцність полімер-композиційного покриття, а вміст 8-10мас.ч. вітрильного каучука СКН-26 забезпечує демпфуючі властивості та релаксацію внутрішніх напружень в шарі. Підвищення зазначених характеристик пов'язано із значним впливом магнітної сприйнятливості ультрадисперсних частинок МВК на процеси структуроутворення в гетерогенних матеріалах. Крім того, формування навколо дисперсних частинок проміжних адгезійних містків високої густини під впливом магнітного поля частинок МВК забезпечує щільне впакування

макромолекул полімерної матриці та зниження внутрішніх напружень в композиті.

Ультрадисперсні порошки МВК отримують з комплексу окисів, що є побічним продуктом при виробництві окису алюмінію в присутності целюлози при температурі 1123К протягом 2 годин.

Зносостійкий шар товщиною 1,0-1,5мм наносять на поверхню адгезійно-демпфуючого шару після його полімеризації протягом 40-60 хвилин на повітрі при температурі 293К. Такий режим формування захисного покриття забезпечує формування проміжного шару за рахунок дифузійних фізико-хімічних процесів, які проходять в гетерогенній композиційній системі. Присутні в адгезійно-демпфуючому та зносостійкому шарі ультрадисперсні частинки МВК приймають участь у дифузійному процесі тим самим, забезпечуючи тиксотропні властивості покриття. Уведення 120-140мас.ч. карбиду кремнію, як основного наповнювача, на 100мас.ч епоксидної смоли забезпечує високу зносостійкість та кавітаційну стійкість в гідроабразивному потоці.

Антикорозійне зносостійке покриття формують і наносять на поверхню за наступною технологією.

Дозування компонентів адгезійно-демпфуючого шару, змішування епоксидної смоли і пластифікатора з підігрівом їх на водяній ванні до температури 323-333К і охолодження суміші до 293-303К, добавляють наповнювач, після перемішування композиції вводять твердник. Отриману композицію протягом 20-30 хвилин наносять на попередньо обезжирену поверхню методом пневматичного розпилення, після чого затверджують за режимом  $T=303-313K$ ,  $\tau=40-60$ хв.

Технологія формування зносостійкого шару аналогічна технології формування адгезійно-демпфуючого шару. Після нанесення покриття термообробку проводять при температурі 393-403К протягом 2-2,5год.

Адгезійну міцність до поверхні сталі 20Л оцінюють згідно ГОСТ 14760-69 шляхом вимірювання опору відриву клеєних з'єднань зразків на розривній машині ДМ-30М при швидкості навантаження 5н/с.

Внутрішні напруження визначаються консольним методом. Теплостійкість (за Мартенсом) полімеризованих матеріалів визначалась згідно ГОСТ 21341-75.

Результати порівняльної оцінки приведені в таблиці. Як видно з таблиці оптимальний вибір інгредієнтів дозволяє у порівнянні з прототипом підвищити адгезійну міцність, теплостійкість та зносостійкість покриття. Крім того, низька вартість та доступність компонентів і матеріалів розробленого покриття у порівнянні з прототипом в промисловості для підвищення ресурсу роботи технологічного устаткування.

Таблиця

№	Компоненти	Композиція згідно корисною моделлю			Контрольні приклади			Прототип		
Адгезійно-демпфіруючий шар										
1	Епоксидна смола (ЕД-20)	100	100	100	100	100	100			
2	Еліфатична смола (ДЕГ-1)	15	20	25	20	20	20			
3	Нітрильний каучук (СКН-26-1)	8	9	10	9	9	9			
4	Твердник-поліетиленполіамін (ПЕПА)	10	11	12	11	11	11			
5	Наповнювач: метало-вуглецева композиція, (МВК) 2-5 МКМ	30	45	60	40	80	90			
Зносостійкий шар										
6	Епоксидна смола (ЕД-20)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7	Еліфатична смола (ДЕГ-1)	15	20	25	20	20	20	20	20	20
8	Твердник-поліетиленполіамін (ПЕПА)	10	11	12	11	11	11	11	11	11
9	Наповнювач: метало-вуглецева композиція, (МВК) 2-5 мкм	60	70	80	40	50	60			
10	Карбід кремнію, 60-80 мкм	120	130	140	150	120	150			
11	Окис хрому							30	50	70
12	Карбідооксидна кераміка							100	200	300
Характеристика композиційного матеріалу										
1	Адгезійна міцність, Мпа	60,2	75,4	72,2	57,5	59,0	59,1	58,4	55,4	42,6
2	Відносна зносостійкість <sup>1</sup> , см <sup>3</sup> /хв·10 <sup>3</sup>	1,3	1,1	0,8	1,5	1,9	2,0	1,7	2,0	2,3
3	Стійкість до агрегатних середовищ <sup>2</sup> , %									
	а) Н <sub>2</sub> О	+0,03	+0,02	0,02	+0,02	+0,02	+0,02	+0,15	+0,15	+0,17
	б) А-76	+0,06	+0,05	+0,04	+0,05	+0,06	+0,05	+0,09	+0,4	+2,3
	в) Н <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-0,08	-0,08	-0,05	-0,05	-0,06	-0,05	-0,12	-0,15	-0,2

<sup>1</sup> Відносна зносостійкість визначена по відношенню до сталі 20Л.

<sup>2</sup> Знак (+) або (-) вказує на збільшення або зменшення ваги зразків

Використання запропонованої корисної моделі, дозволяє підвищити зносостійкість і покращити гідродинамічні характеристик деталей і вузлів машин, які працюють в умовах гідроабразивної та

кавітаційної дії в галузях машинобудування, радіотехнічній, хімічній та харчовій промисловості, за рахунок комплексу властивостей компонентів антикорозійного покриття.