

УДК 620.179.11

<sup>1</sup>О.І. Бурия канд.техн. наук, проф., <sup>2</sup>І.В. Рула, <sup>1</sup>А.П. Жукова, канд. техн. наук,

<sup>3</sup>І.Е. Пашковський, канд. хім. наук, <sup>3</sup>В.І. Дубкова

<sup>1</sup>Дніпровський державний технічний університет, Україна

<sup>2</sup>Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, Україна

<sup>3</sup>ІЗНХ НАН Білорусі, Республіка Білорусь

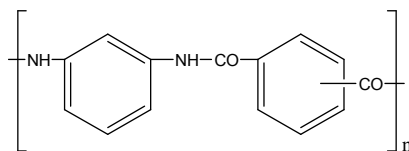
## ВОДНЕВЕ ЗНОШУВАННЯ І БОРОТЬБА З НИМ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕТАЛОПОЛІМЕРНИХ ПАР ТЕРТЯ

**A.I. Burya Ph.D., Prof, I.V. Rula, A.P. Zhukova, I.E. Pachkovski, V.I. Dubkova**  
**HYDROGEN WEAR AND FIGHT AGAINST HIM DURING EXPLOITATION OF**  
**METALLOPOLYMERIC PAIRS OF FRICTION**

В даний час у вузлах тертя машин і технологічного обладнання широке застосування знаходять полімерні композиційні матеріали. Аналіз роботи металополімерних пар тертя дає підставу вважати, що у багатьох випадках метал контртіла, що працює в парі з полімерною деталлю, схильний до водневого зношування. Особливо це характерно для деталей рухливих з'єднань машин побутового призначення і, зокрема, машин хімічного очищення, де присутність великої кількості вологи та інших воденьвмісних середовищ створює умови для водневого зношування сталевого валу.

В результаті різних фізико-хімічних процесів в зоні утворюється значна кількість дифузійно-рухливого водню. Його поява обумовлена механо- і термодеструкцією макромолекул полімеру та інших воденьвмісних з'єднань при фрикційній взаємодії з металом. Градієнти напруги і температур, що виникають при терті, створюють гідрофільну зону на поверхні металевого контртіла, що адсорбує водень. Збільшення концентрації водню в поверхневому шарі приводить до утворення мікротріщин, які потім, унаслідок ефекту "накачування" укрупнюються, сприяючи зрештою катастрофічному руйнуванню металу. Як один із заходів для боротьби з цим явищем пропонується полімери армувати мідьвмісними вуглецевими волокнами (Cu-BB) [1]. При цьому в результаті вибіркового перенесення поверхня сталевого контртіла вкривається захисним мідним покриттям, що має низьку водопроникність.

Тому при розробці вуглепластиків (ВП) використовували Cu-BB, що містить в середньому 19,5 мас.% міді, а в якості в'язучого було обрано термостійкий ароматичний поліамід марки фенілон С-2 (ТУ6-05-226-72), що представляє собою гетероланцюговий кополімер, який містить в головному ланцюзі макромолекули амідну групу -HNCO-, з'єднану з обох сторін фенільними фрагментами і який отримують емульсійною поліконденсацією [2] суміші дихлорангідридів ізо-, терефталевої кислот, взятих в співвідношеннях 60 та 40 мас.% відповідно, з м-фенілендіаміном.



Основні технологічні характеристики в'язучого наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Властивості фенілону С-2 (ТУ6-05-226-72)

Зовнішній вигляд	Насипна густина, г/см <sup>3</sup>	Вологість, %	Питома в'язкість 0,5%-го розчину у ДМФА	Температура склування, К
Дрібнодисперсний білий порошок	0,33	0,40	1,2	553

Виготовлення композицій здійснювалось методом сухого змішування в обертальному електромагнітному полі (величина магнітної індукції не нижче 0,02 Тл) нерівноосними феромагнітними частками, які видалялись магнітною сепарацією. Приготовану суміш переробляли у виробі методом компресійного пресування при температурі 598 К та тиску 40 МПа. Випробування отриманих композиційних матеріалів проводились на лабораторному комплексі МТМ-2 (питомий тиск – 25 МПа, швидкість ковзання - 2 м/с, час випробувань - 240 с), зношування зразків в режимі сухого тертя по сталі 45 (шорсткість  $R_a$  0,32 мкм, твердість 45-48 HRC). В результаті досліджень було виявлено, що найбільшу зносостійкість при змащуванні водою має ВП, який містить 40 мас. % Cu-BB. Цей же склад має найменшу здатність до утворення водню (табл.2).

Таблиця 2. Вплив вмісту Cu-BB на триботехнічні характеристики вуглепластика

Вміст наповнювача, мас. %	Сумарний лінійний знос з'єднання, мкм	Концентрація водню в герметичній камері в кінці випробувань, мл/см <sup>3</sup> x 10 <sup>-5</sup>	Наявність вибіркового перенесення	Інтенсивність лінійного зношування в режимі сухого тертя, x 10 <sup>-8</sup>	Кисневий індекс, %
BB, 20	75	159,7	ні	0,25	43,8
Cu-BB, 20	56	150,4	ні	0,22	45,5
Cu-BB, 30	42	120,2	так	0,17	46,7
Cu-BB, 40	18	95,8	так	0,15	49,3
Cu-BB, 50	28	132,3	так	0,19	48,5

Для ВП, що містять 30-50 мас.% Cu-BB при їх зношуванні по сталі реалізується режим вибіркового перенесення. Металографічні дослідження контрзразків показали, що на їх поверхні утворюється мідна плівка, що забезпечує захист поверхонь сталевих деталей від водневого зносу. Такі ВП мають найменшу здатність до утворення дифузійно-рухливого водню в зоні тертя, тобто найбільшу здібність до пригнічення водневого зносу, що є одним з чинників, які визначають довговічність деталей рухомих з'єднань. Використання для армування ВП Cu-BB дозволяє реалізувати вибіркоче перенесення при терті, зменшити наводорожування сталеві поверхні контртіла і тим самим підвищити зносостійкість вузла тертя. Відмічено також зниження коефіцієнта тертя, що приводить до зниження енергетичних втрат при роботі машини.

#### Література

1. А. с. 1519219 СССР, МКИ<sup>3</sup> С 08 L 77/10, С 08 К 7/02. Полимерная композиция / А.И. Буря, В.И. Дубкова, Т.А. Скляр, И.Н. Ермоленко, В.М. Юдин, И.Э. Пашковский. – № 4287241/23-05; заявл. 20.07.87; зарег. 1 июля 1989.
2. Соколов Л.Б., Герасимов В.Д., Савинов В.Д., Беляков В.К. Термостойкие ароматические полиамиды. -М.: Химия, 1975. -256 с.