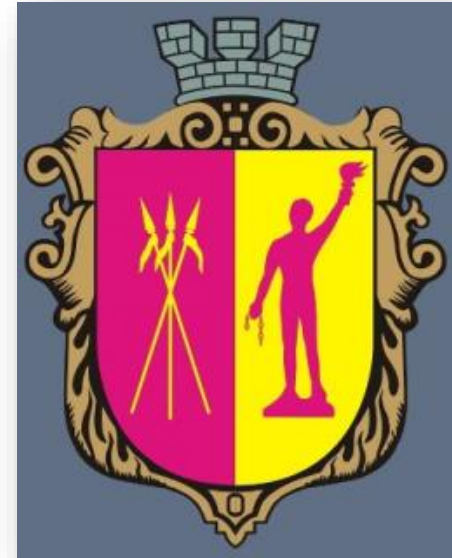




На здобуття Державної премії України в галузі науки і техніки за 2019 рік

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИТИ НА ОСНОВІ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ В'ЯЖУЧИХ



Автори:

Дніпровський державний технічний університет (Кам'янське)

Буря Олександр Іванович, проф.

Заслужений винахідник України, керівник лабораторії полімерних композитів, к.т.н., проф. кафедри фізики конденсованого стану Дніпровського державного технічного університету



**Дніпровський державний технічний університет
(Кам'янське)**

Єрьоміна Катерина Андріївна, к.т.н., с.н.с.



**Дніпровський державний технічний університет
(Кам'янське)**

Лисенко Олександр Борисович, проф., д.ф.-м.н.



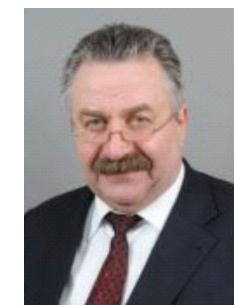
**Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є.
Лашкарьова НАН України (Київ)**

***Кончиць Андрій Андрійович, д.ф.-м.н., с.н.с.,
п.н.с.***



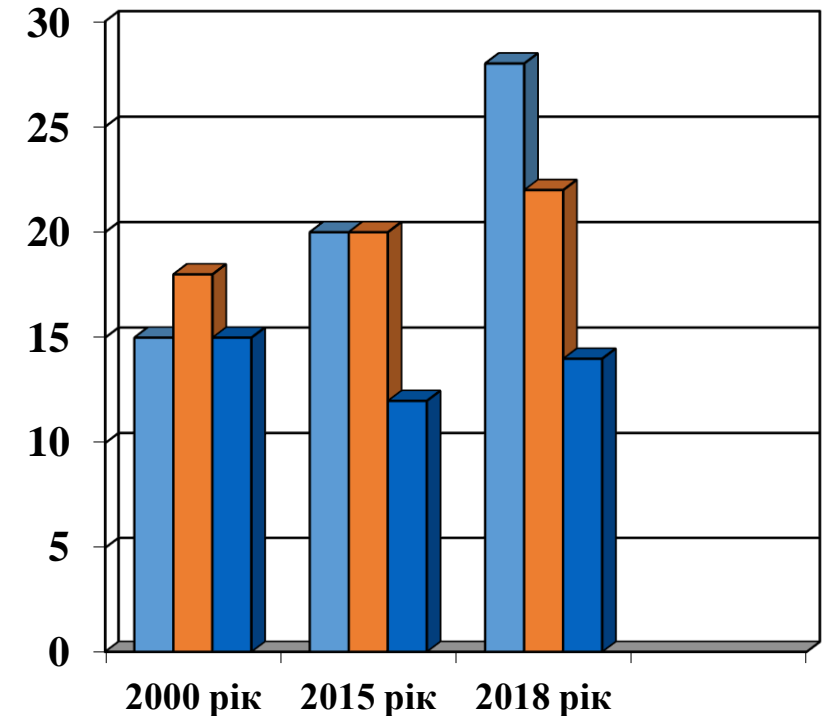
**Національний університет біоресурсів і
природокористування України (Київ)**

***Морозов Олександр Федорович, д.т.н., проф.,
с.н.с.***



ОСНОВНІ ВИРОБНИКИ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У СВІТІ

- Китай (28%) - блакитна
 - США (22%) - жовта
 - Європейський Союз (14%) – синя
 - Усього 64 %
 - 36% інші країни Світу
 - Обсяг світового ринку композиційних матеріалів у 2017 році склав 14,9 млн. т
- Із прибутком виробників
25 млрд. долл. США



УКРАЇНА

Україна поки що не входить у світі до країн лідерів, але має добрі інноваційні технологічні розробки як

АКТУАЛЬНІ

підстави різко змінити своє місце у цьому рейтингу

МЕТА РОБОТИ

Розробка науково-технічних основ створення та впровадження високоефективних і надійних конструкцій та виробів з полімерних композитів нового покоління на основі термопластичних в'язучих, які перевершують зарубіжні аналоги за техніко-економічними показниками і можуть бути використані при модернізації машин і механізмів, у тому числі й спецтехніки

ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ РОБОТИ

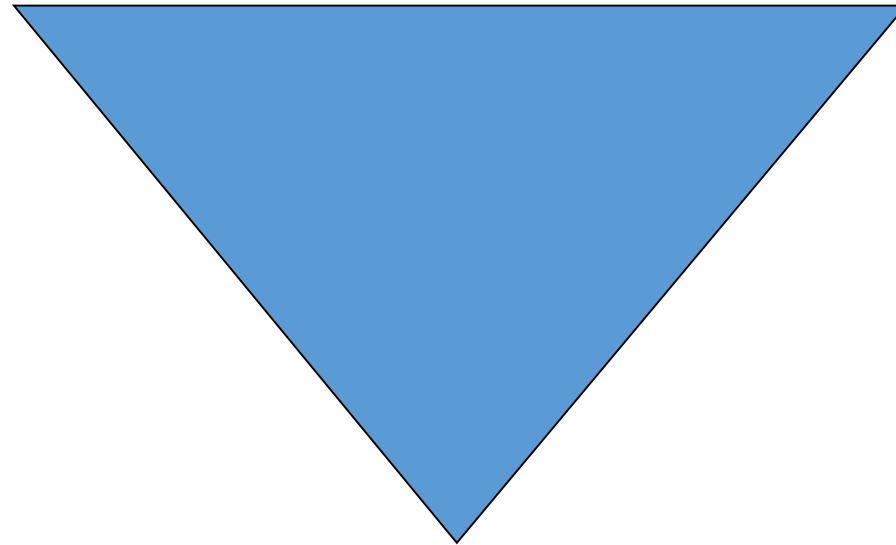
- **Об'єкт роботи** – Полімерні Композиційні Матеріали (ПКМ) на основі термопластичних в'язучих та високоефективні та надійні конструкції і вироби з ПКМ нового покоління.
- **Предмет роботи** – оптимізація властивостей нових ПКМ на основі термопластичних в'язучих та технологічних параметрів впровадження високоефективних і надійних конструкцій і виробів з ПКМ нового покоління.

МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД

- ТРИКУТНИК ФАКТОРІВ

СТРУКТУРА

ВЛАСТИВОСТІ



**ТЕХНОЛОГІЇ
КОНСТРУКЦІЇ**

БАЗОВІ СТРУКТУРА І ВЛАСТИВІСТЬ

- **Визначена базова структура і властивості композитного матеріалу**
- Базовою структурою було визначено квазігомогенне розподілення наповнювача забезпечує повний хаотичний **рівномірний розподіл волокна** в полімерній матриці шляхом впливу на ПКМ ще до твердіння електромагнітним полем, що обертається навколо заготовки із заданими частотою обертання та силою магнітного впливу
- Базові властивості – **теплофізичні, фізико-механічні та трибологічні**

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАВДАНЬ ТЕХНОЛОГІЙ

- ЗАБЕЗПЕЧИТИ оптимальний склад ПКМ та їхні теплофізичні, фізико-механічні та трибологічні властивості;
- ЗАБЕЗПЕЧИТИ оптимальний вплив хімічного складу та ступеня наповнення на надмолекулярну структуру і характеристики ПКМ.

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАВДАНЬ СТВОРЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ І ВИРОБІВ

- забезпечити особливості процесів зношування конструкцій і виробів з розроблених ПКМ на основі термостійкого поліаміду;
- забезпечити ефективність дії розроблених технологій промислового виробництва конструкцій і виробів з ПКМ;
- реалізувати технологічні вимоги до триботехнічних матеріалів для вузлів тертя машин та механізмів, у тому числі й для спецтехніки.

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАВДАНЬ ВПРОВАДЖЕННЯ

- реалізувати дослідно-експериментальне та промислове впровадження високоефективних і надійних конструкцій та виробів з полімерних композиційних матеріалів нового покоління на основі термопластичних в'язучих.

ПРОДОВЖУЄ ДОПОВІДЬ

член колективу авторів

ЄРЬОМІНА Катерина Андріївна

РОЗРОБКА СПОСОБУ ОТРИМАННЯ АРМОВАНИХ ПЛАСТИКІВ

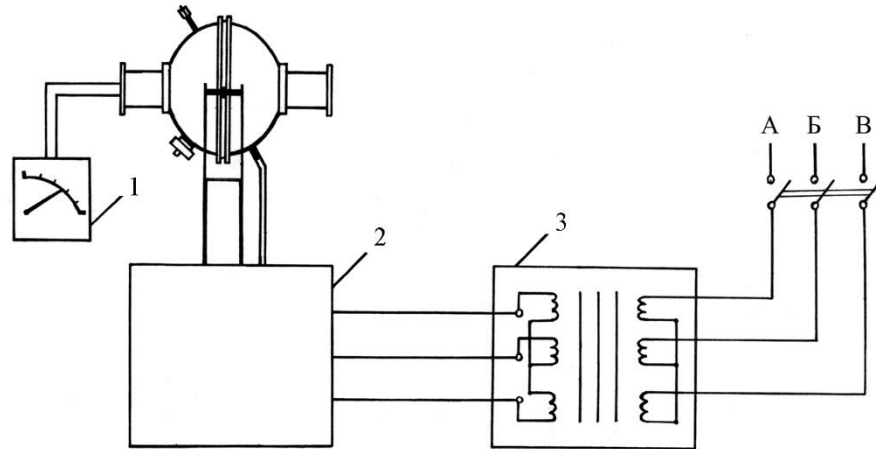


Рис. 1 – Схема експериментальної установки для змішування полімерних в'язючих і наповнювачів:
1 – теслометр, 2 – електромагнітний апарат,
3 – трифазний трансформатор

Таблиця 1 – Вміст вуглецевого волокна в пробах

№ проби	Частка ВВ	№ проби	Частка ВВ	№ проби	Частка ВВ	№ проби	Частка ВВ	№ проби	Частка ВВ	№ проби	Частка ВВ
1	0,131	8	0,141	15	0,147	22	0,151	29	0,155	36	0,165
2	0,131	9	0,141	16	0,148	23	0,152	30	0,158	37	0,165
3	0,139	10	0,142	17	0,150	24	0,152	31	0,159	38	0,165
4	0,139	11	0,143	18	0,150	25	0,152	32	0,159	39	0,166
5	0,139	12	0,150	19	0,151	26	0,153	33	0,161	-	-
6	0,141	13	0,145	20	0,151	27	0,153	34	0,161	-	-
7	0,141	14	0,146	21	0,151	28	0,154	35	0,162	-	-



КОМПОЗИТИ НАПОВНЕНІ ШАРУВАТИМИ ЗМАЩУВАЧАМИ

Графіт, дисульфід молібдену, нітрид бору, фторопласт

Таблиця 2 – Вплив шаруватих змащувачів на механічні та трибологічні властивості композитів на основі ароматичних поліамідів

Вміст наповнювача, мас. %	Фенілон марки П					Фенілон марки С				
	НВ, МПа	σ_r , МПа	A, кДж/м ²	<i>f</i>	I_h , 10 ⁻⁸	НВ, МПа	σ_r , МПа	A, кДж/м ²	<i>f</i>	I_h , 10 ⁻⁸
Графіт										
10	340	282	22	0,23	5,00	300	212	39	0,24	4,12
20	360	250	21	0,19	0,90	328	205	37	0,20	0,42
30	342	230	20	0,16	1,00	325	193	35	0,18	0,50
40	318	190	10	0,14	1,00	319	144	28	0,16	1,00
50	296	161	5	0,13	1,50	310	118	10	0,14	1,30
MoS ₂										
10	350	264	22	0,29	23,50	340	204	35	0,31	23,50
20	360	260	22	0,25	5,80	350	200	33	0,25	4,50
30	372	251	21	0,24	8,50	364	185	27	0,25	7,50
40	380	236	11	0,23	11,00	370	144	19	0,25	0,50
50	340	204	5	0,21	14,90	342	100	4	0,24	14,10
Вміст наповнювача, мас. %	Фенілон марки П					Фенілон марки С				
НВ, МПа	σ_r , МПа	A, кДж/м ²	<i>f</i>	I_h , 10 ⁻⁸	НВ, МПа	σ_r , МПа	A, кДж/м ²	<i>f</i>	I_h , 10 ⁻⁸	
BN										
10	326	238	13	0,28	12,00	306	194	37	0,29	6,80
20	334	239	12	0,25	9,00	318	189	35	0,26	2,90
30	316	227	10	0,23	27,50	280	168	31	0,25	4,50
40	292	214	8	0,22	46,00	272	132	23	0,23	7,00
50	266	152	5	0,21	65,00	239	100	7	0,22	9,10
Ф-4										
10	336	281	18	0,30	1,30	298	219	33	0,33	1,20
20	320	264	12	0,29	0,90	250	204	31	0,32	0,50
30	278	240	11	0,29	0,80	193	189	25	0,32	1,00
40	180	185	6	0,29	1,00	125	136	16	0,32	1,00
50	30	127	10	0,30	1,30	72	74	2	0,33	1,30

графіт > фторопласт Ф-4 > дисульфід молібдену > нітрид бору

МЕТАЛОПОЛІМЕРИ НА ОСНОВІ ПОЛІ- μ -ФЕНІЛЕНІЗОФТАЛАМІДУ

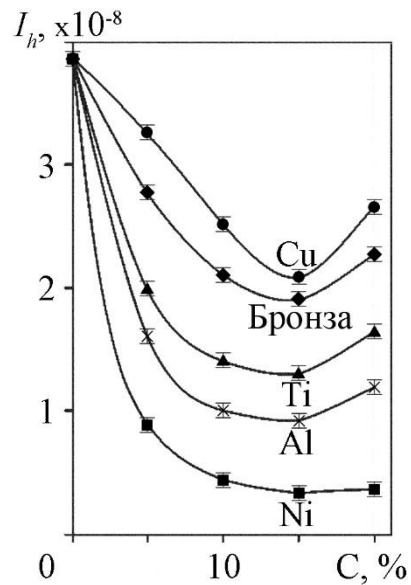
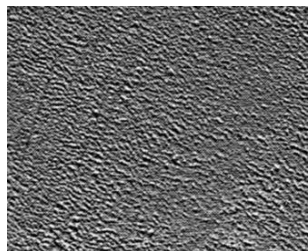


Рис. 2 – Залежність інтенсивності лінійного зношування від вмісту наповнювача

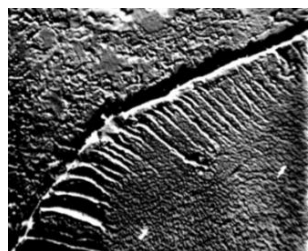
Таблиця 3 – Фізико-механічні властивості металополімерів, що містять 15 мас.% наповнювача

Властивості	C-1	Al	Бронза	Cu	Ti	Ni
Твердість, МПа	180	221	230	227	260	241
Межа плинності при стисненні, МПа	229	251,3	261,7	267	269	259,5
Межа пропорційності, МПа	153	187,5	200,8	210,0	203,0	212,8
Модуль пружності при стисненні, ГПа	2,75	3,31	3,06	2,99	3,35	3,10
Робота руйнування, кДж	36,9	41,2	39,7	42,5	43,0	41,6
Ударна в'язкість, кДж/м ²	30,8	34,8	14,1	13,2	35,6	42,0

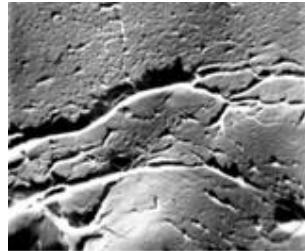
$$Ni > Al > Ti > бронза > Cu$$



а) x 20 000



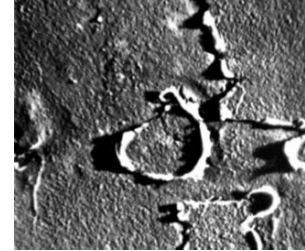
б) x 16 000



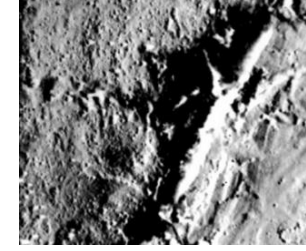
в) x 15 000



г) x 20 000



д) x 15 000



е) x 20 000

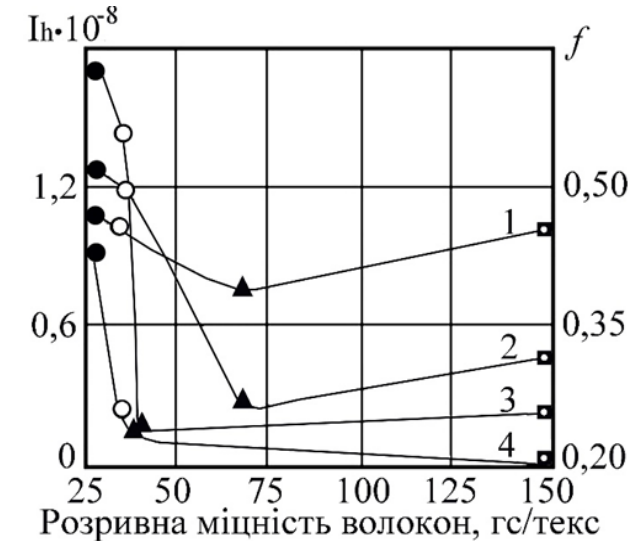
Рис. 3 – Мікрофотографії полімеру (а) та металополімерів, що містять бронзу (б), Cu (в), Ni (г), Ti (д), Al (е)

ОРГАНОПЛАСТИКИ НА ОСНОВІ ПЛАВКИХ І ТЕРМОСТІЙКИХ ПОЛІМЕРІВ

Таблиця 4 – Трибологічні властивості органопластиків

Наповнювач	C, %	Інтенсивність зношування, 10^{-8}	Коефіцієнт тертя	Температура в зоні контакту, К
Поліамід-6	-	81,80	0,67	413
Аримід-Т	30	0,42	0,57	416
Вніівлон	45	0,28	0,38	358
Лола	15	1,10	0,60	397
Оксалон	45	1,61	0,68	395
Сульфон-Т	30	1,25	0,47	380
Терлон	45	0,20	0,23	346

терлон > вніівлон > аримід-Т > сульфон-Т > оксалон



ВУГЛЕПЛАСТИКИ

Таблиця 5 – Фізико-механічні характеристики вуглецевих волокон та вуглепластиків на їхній основі

Характеристики ВП	Волокно (модуль пружності), ГПа			
	гідратцелюлозні		поліакрилонітрильні	
	углен-9 (15÷18)	грален-2 (30÷45)	евлон (100÷140)	конкор-1 (150÷220)
Твердість за Бринелем, МПа	273,5	273,9	259,1	269,1
Ударна в'язкість, кДж/м ²	26,8	25,8	30,5	23,1
Інтенсивність зношування, 10 ⁻⁸	0,20	0,31	0,81	0,30
Коефіцієнт тертя*	0,23	0,25	0,33	0,23

Примітка. *Триботехнічні характеристики ВП визначали при $p=1$ МПа та $v=1$ м/с.

Таблиця 6 – Вплив полімерного в'язучого на зношування вуглепластиків, мг
($p=1,2$ МПа та $v=2$ м/с)

Фенілон П	Фенілон С-1	Фенілон С-2	Примітка
1,5	2,6	2,2	Продукти зношування не прибирали
1,2	2,0	1,8	Продукти зношування прибирали

МАЛОНАПОВНЕНІ КОМПОЗИТИ НА ОСНОВІ ФЕНІЛОНУ

Таблиця 7 – Фізико-механічні та трибологічні властивості композитів, модифікованих нітридокремнієвими наповнювачами в ультрадисперсному стані

Показники	Вміст наповнювача, %					
	0	0,2	1,0	5,0	7,5	10
ρ , кг/м ³	1335	1331/1335	1340/1350	1357/1358	1368/1320	1383/1380
$\sigma_{\text{тс}}$, МПа	231	237	238/242	244/245	248/245	254/255
E, МПа	2857	2720/2940	2926/2999	3000/3040	3000/3040	3154/3160
<i>HRa</i>	76,8	73,4/70,5	76,7/74,3	78,0/77,7	80,7/70,3	86,7/79,2
A, Дж	204	110,8/368,7	107,4/604,9	92,45/642,9	115/652,5	117,9/716,5
Δm , мг	5,7	5,0/4,01	3,14/3,02	2,8/2,87	4,46/2,22	4,63/1,92
f_1	0,45	0,39/0,41	0,41/0,46	0,37/0,41	0,38/0,38	0,39/0,41
f_2	0,40	0,35/0,39	0,38/0,41	0,34/0,37	0,38/0,38	0,37/0,42

Примітка. Зліва від риски – наповнювач β -сіалон; праворуч – оксинітрид кремній-ітрію

КОМПОЗИТИ ДРУГОГО ТА ТРЕТЬОГО ПОКОЛІННЯ

Таблиця 8 – Експлуатаційні характеристики вуглепластиків на основі фенілону армованих металовмісними вуглецевими волокнами

Наповнювач	Твердість за Бринелем, МПа	Межа плинності при стисненні, МПа	Інтенсивність лінійного зношування, 10^{-8}	Коефіцієнт тертя
BB	237	270,5	23,18	0,31
Sn-BB	261	268,0	0,26	0,17
Pb-BB	253	264,3	0,63	0,28
Al-BB	270	-	0,62	0,10
Cu-BB	239	-	0,21	0,27
Fe-BB	256	289,0	0,41	0,28
Mg-BB	320	-	0,16	
Zn-BB	261	270	0,26	

Примітка. Випробування на тертя та зношуваність проводили на дисковій машині тертя за схемою диск–пальчик із композитів при $p=1,0$ МПа, $v=2$ м/с, $l = 3000$ м.

Mg-BB > Al-BB > Zn-BB > Sn-BB > Fe-BB > Cu-BB > Pb-BB

Таблиця 9 – Триботехнічні характеристики композиційних матеріалів на основі фенілону

p , МПа	Швидкість ковзання, м/с								
	0,8			1,3			2,6		
	$I_h \cdot 10^{-9}$	f	T , К	$I_h \cdot 10^{-9}$	f	T , К	$I_h \cdot 10^{-9}$	f	T , К
Фенілон С-2									
1	1,71	0,43	340	0,64	0,380	349	0,63	0,20	369
1,5	1,82	0,39	344	4,42	0,350	389	Катастрофічне зношування		
2	2,31	0,34	368	Катастрофічне зношування					
Фенілон С-2+ВАГ									
1	0,09	0,20	337	0,09	0,200	339	0,05	0,170	362
2	0,48	0,19	340	0,44	0,190	359	0,12	0,150	376
4	0,58	0,14	353	Катастрофічне зношування					
Фенілон С-2+ВАГ+ОКІ									
1	0,04	0,27	327	0,04	0,190	338	0,03	0,080	351
2	0,15	0,19	328	0,10	0,110	357	0,26	0,076	370
4	0,27	0,11	350	0,14	0,076	364	Катастрофічне зношування		
6	0,45	0,08	350	Катастрофічне зношування					
8	0,63	0,08	357	Катастрофічне зношування					
10	0,52	0,05	375	Катастрофічне зношування					

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ТЕХНІКА

Били молотильних барабанів



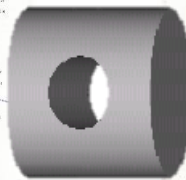
Результати лабораторних (пророщування в термостаті 295,5 К) та польових (вегетатійний дослід) досліджень свідчать, що схожість ярого ячменю з билами, виготовленими з запропонованого матеріалу вища, ніж при використанні серійних металевих бил на 10,7 і 33,9% відповідно

Підшипники підбирача



Вічка з вуглепластиків перевершують по зносостійкості серійні полімерні, виготовлені з різних матеріалів в 1,5 рази, а також вічка з металокераміки, алюмінієвого сплаву, пресованої деревини та крапці зарубіжні аналоги.

Вічка шнека жатки «НИВА», «ДОН», «СЛАВУТИЧ»



Ланцюговий конвеєр

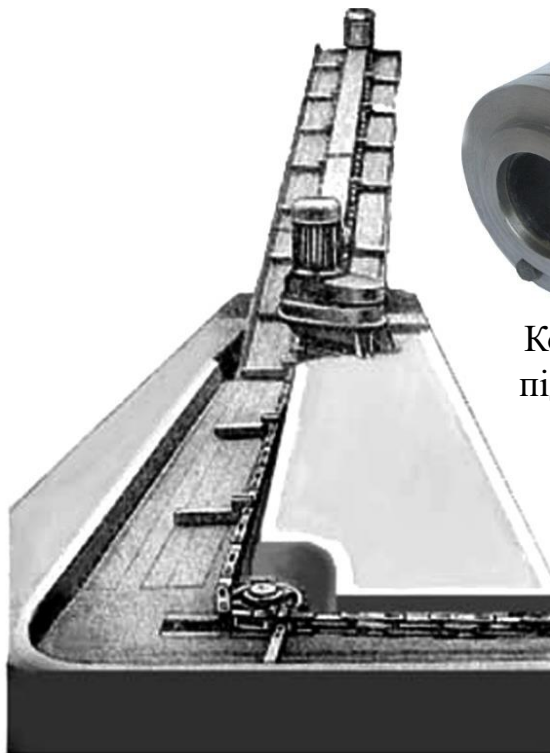


Згідно з актами випробувань в період 01.08-31.10.2016 р. за 900 робочих мотогодин експериментальні підтримують ролики відмінно пропрацювали в режимі тертя без змащення (середнє лінійне зношення складо 0,05 мм) і залишилися придатними для подальшої експлуатації. У той же час в ланцюгових конвеєрах, де були встановлені серійні ролики з поліаміду-6, довелося підтягувати ланцюг за допомогою натяжної пристрою (лінійний знос склав 0,28 ... 0,35 мм). Підшипники ковзання з металополімерної втулкою відпрацювали в режимі без змащення без зауважень і залишилися придатними для подальшої експлуатації (середній лінійний знос - 0,02 мм).

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ТЕХНІКА

Гноєприбиральний скребковий транспортер ТСН - 3.0Б

Підшипники ковзання з органопластиків на основі фенілону, які встановлені в поворотних вузлах гноєприбиральних транспортерів на фермах Дніпропетровської області працюють на сьогоднішній день безвідмовно і перевершують по довговічності серійні № 308 в 3-4 рази.



Корпус з розробленим підшипником ковзання

- 1 - корпус;
- 2 - втулка з органопластику;
- 3 - кришка



Транспортери бурякозбиральних машин



а



б

Коренезбиральна машина РКМ 6Б (а) та ланцюг навантажувального транспортера (б)

Проведені лабораторні випробування зразків ПКМ дозволили зробити попередній висновок про можливість використання деталей, виготовлених з даного матеріалу у ланцюгах транспортерів бурякозбиральних машин. Після чого була сконструйована і виготовлена прес-форма, що дало змогу одержати експериментальні деталі. Для проведення ресурсних випробувань на ДКЗ був зібраний стенд, який моделював роботу навантажувального транспортера. Полотно, укомплектоване втулками і роликками із ПКМ, працювало без зауважень 400 г. За результатами стендових було прийняте рішення провести польові випробування деталей з ПКМ.

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ТЕХНІКА

John Deere та Will Rich

Були виготовлені та впроваджені у виробництво втулки стійки робочого органу культиватору John Deere та Will Rich натомість сталевим. Заміна серійних сталевих деталей на композитні дозволила отримати значний економічний ефект (2 835 413,00 грн. за рік), за рахунок збільшення довговічності вузла, економії мастильних засобів, зменшенні трудовитрат на технічне обслуговування.



АКТ
впровадження втулок стійки робочого органу
культиватора John Deere та Will Rich

ТОВ «АГРО ПАРТС УКРАЇНА» являється провідним підприємством України, яке займається впровадженням композитних матеріалів з унікальними комплексними властивостями.

Творчим колективом в складі представників Дніпровського державного технічного університету, Інституту фізики напівровідних ім. В.С. Лашкарюва Національної академії наук України та Національного університету біоресурсів і природокористування Бурі О.І., Сьоміної К.А., Лисенка О.Б., Кончиша А.А., Морозова О.Ф. виготовлені та впроваджені у виробництво втулки з вуглепластику УПА-6-40 (ТУ 00493675.002-98). Експериментальні деталі було встановлено на заміну сталевих втулок у вузлі тертя культиватора John Deere та Will Rich.

Заміна серійних деталей на вуглепластик дозволила отримати значний економічний ефект, який досягається за рахунок збільшення довговічності вузла, економії мастильних засобів, зменшення трудовитрат на технічне обслуговування.

Економія коштів при впровадженні деталей з вуглепластику, для рухомих агрегатів культиватора John Deere та Will Rich, складає 2 835 413,00 гривень за рік.

від Дніпровського державного
технічного університету

від ТОВ «АГРО ПАРТС Україна»

Професор кафедри ФХС
науковий керівник лабораторії ЛКМ
О.І. Буря

Головний інженер
Євген С.М.

Старший науковий співробітник
кафедри ФХС
Сьоміної К.А.



Культиватор Will-Rich

КП-6 «Максим»

Підшипники ковзання реалізовані з вуглепластику на основі поліаміду (УПА 6-40) були встановлені в пантографний механізм і забезпечили підвищення робочого ресурсу вузла тертя в 3-4 рази порівняно з серійними деталями з бронзи марки БрАЖ 9-4. Заміна серійних деталей на композитні дозволила отримати економічний ефект за три роки впровадження (2 016 780,00 грн. за рік), за рахунок збільшення довговічності вузла, економії мастильних засобів, зменшенні трудовитрат на технічне обслуговування.



АКТ
впровадження втулок пантографного механізму культиватора
КП-6 «Максим»

ТОВ «ОЗСМ «АГРОТЕХ» являється провідним підприємством України, яке займається впровадженням композитних матеріалів з унікальними комплексними властивостями.

Творчим колективом в складі представників Дніпровського державного технічного університету, Інституту фізики напівровідних ім. В.С. Лашкарюва Національної академії наук України, Національного університету біоресурсів і природокористування та Президії Національної академії наук України Бурі О.І., Сьоміної К.А., Лисенка О.Б., Кончиша А.А., Морозова О.Ф., Шевченка М.М. виготовлені та впроваджені у виробництво підшипники ковзання виготовлені з вуглепластику УПА-6-40 (ТУ 00493675.002-98). Експериментальні деталі було встановлено на заміну бронзовим у вузлі тертя пантографного механізму культиватора КП-6 «Максим».

Економія коштів при впровадженні деталей з вуглепластику, для рухомих агрегатів пантографного механізму культиватора, складає 2 016 780,00 гривень за рік, при одноразовій витраті на закупівлю обладнання та впровадження у виробництво 145 500,00 гривень. Економічний ефект склав 2 016 780,00 гривень за три роки впровадження.

Від ТОВ «ОЗСМ «АГРОТЕХ»

Технічний керівник
Головний конструктор
Гальчанський І.М.
Лавченко В.М.



Підшипник ковзання

МЕТАЛУРГІЯ



За 120 діб роботи зношування підшипників із фенілону склав 0,233 мм на діаметр. Бронзові підшипники в цих умовах повністю виходять з ладу за 900 - 1200 годин, при цьому зношування складає більше 5 мм.

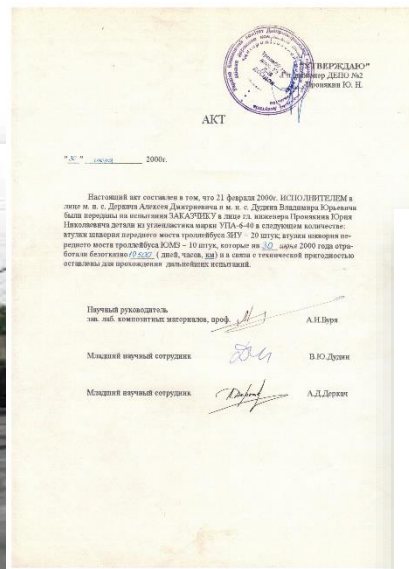
Втулки з органічних матеріалів, які встановлені на пластинчасті ланцюги шлеперів без зауважень відпрацювали на сьогоднішній день 1600-3000 годин.

Матеріал	Зношування, мкм/км·см ² при V=1 м/с, P=5 МПа	
	При змащуванні мастилом	При змащуванні водою
Фенілон	6	-
Фенілон +10% волокна	0,6	35
Бронза Бр05-Ц5-С5	Не працює	



ТРАНСПОРТ

Тролейбус ПМЗ Т1Р (Т2П)



Тролейбус ЮМЗ Т-2



У троллейбусі ПМЗ Т2 на двох шкворнях попереднього мосту встановлено 4 втулки з бронзи марки БрАЖ9-4Л загальною масою близько 1,5 кг. Виготовлена втулка з вуглепластику масою 0,096 кг, тобто загальна маса 4 таких втулок – 0,384 кг. Втулки валу розтискного кулака гальмівних колодок були оглянуті і замінені через 2 роки експлуатації (пробіг троллейбусів складав від 40 до 45 тис. км) під час проходження чергового ПР. За результатами досліджень троллейбусне депо № 1, м. Дніпропетровська було повністю переведене на використання вказаних деталей з ВП. Економія бронзи у розрахунку на 100 троллейбусів склала приблизно 300 кг. При впровадженні експериментальних деталей система ТО не потребувала коригування. Також виробничими дослідженнями встановлено, що змащування ВП втулок шкворня тільки збільшує їх ресурс.

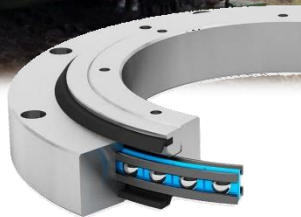
За період з 11.04.2016 по 17.10.2016 р. пробіг троллейбусів, укомплектованих експериментальними деталями склав 21179 ... 23298 км (що в 6 - 7 разів більше максимально допустимого пробігу бронзових втулок). Заміна бронзових деталей на троллейбусах, автобусах і вантажних автомобілях тільки в Дніпропетровській області веде до економії в 200 000 грн. за рік, тому що для забезпечення цих автомобілів деталями з бронзи (ходова, гальмівна, пневматична системи) необхідно не менше 2 000 кг деталей з бронзи БрАЖ9-4 (400 000 грн.).

ВІЙСЬКОВА ТЕХНІКА

Бронетранспортер



Шарикопідшипники з вуглепластику



Шарикопідшипники (кулі $\varnothing 25,4+02$) з розроблених ВП на основі фенілону, були відправлені також на Житомирський бронетанковий завод для проведення випробувань у поворотному пристрої башти бронетранспортера і можливої заміни серійних деталей. Експериментальні деталі з ВП успішно пройшли 4 цикли стендових заводських випробувань, що дозволило їх рекомендувати для подальшого впровадження.

Армійський тягач МЗКТ-79221



Втулка з органопластику



В ході проведення стендових і дорожніх випробувань (пробіг склав понад 2200 км), помітного зазору між віссю і втулкою не виявлено, у аналогів він змінювався від 0,1 до 0,4 мм. Експлуатація втулок з органопластиків відхилень від нормальної роботи не виявила, що свідчить про економічність і ергономічність впровадження самоармованих органопластиків як деталей машин та механізмів в вузлах тертя в екстремальних умовах.

Мікронагнітач МК10-1



Комплектуючі деталі мікронагнітача МК10-1



Запропоноване технічне рішення дозволяє підвищити експлуатаційну надійність мікронагнітача МК 10-1 за рахунок збільшення термостійкості та зносостійкості, зниженні коефіцієнта тертя. Промислові ресурсні випробування експериментальних деталей продемонстрували безвідмовну їх роботу.

ЕФЕКТ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ



Оціночний економічний ефект від відкритого нормативного стандартного використання розроблених авторами роботи КМ відповідно до ТУ 6-06-31-423-83; ТУ 6-06-31-424-83; ТУ 0493679-21-85 в машинах (металургійної, текстильної, сільськогосподарської, переробної промисловості, транспорту, целюлозно-паперового виробництва), приладобудуванні (оптичне, медичне, пневматичної автоматизації), оборонної сфери України (армійські тягачі, бронетранспортери) розрахований за офіційними статистичними даними України за період 2000–2018 років сумарно становить один млрд. дев'ять млн. вісімсот тис. грн.



КОРИСНІСТЬ РОБОТИ

Результати теоретичних, експериментальних і технологічних досліджень знайшли використання при розробці технологій виробництва підшипників ковзання та інших виробів з ПКМ на основі термопластів, які пройшли широкі стендові, польові та промислові випробування в умовах різноманітних галузей економіки України, включаючи оборонну сферу. Показано, що розроблені ПКМ за рівнем корисних властивостей перевершують відомі вітчизняні та зарубіжні матеріали – аналоги, а економічний ефект від їх технічного впровадження складає **понад 1 млрд. грн.**



ДЯКУЄМО ЗА УВАГУ!

