

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРИСТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ СОПРЯЖЕНИЙ С ЗАЗОРОМ

Марьян Г.Ф., д.т.н., профессор, Горобец В.Ф., к.т.н., доцент,

Цапу В.И., ст. преподаватель

Государственный аграрный университет Молдовы, г. Кишинев, Республика Молдова

Известно, что надежность и эффективность ремонта, как сельскохозяйственного оборудования, так и оборудования, использованного в смежных отраслях, в значительной степени зависит от качества и стоимости запасных частей. Также известно, что существенную часть из общей массы изношенных деталей составляют детали, изготовленные из полимерных композиций или восстановленные ими.

На надежность работы пар трения, восстановленных полимерными покрытиями, особое влияние оказывают физико-механические свойства поверхностного слоя деталей пары трения, их размерная точность и микрогеометрия контактирующих поверхностей. Также необходимо отметить что при восстановлении очень важно получить поверхностные слои с заданными физико-механическими свойствами, которые определяются конкретными условиями эксплуатации реновированных объектов.

Одним из путей получения заданных физико-механических свойств поверхностных слоёв восстановленных деталей является использование полиамидно-эпоксидных композиций в качестве материала для компенсации износа. Полиамидно-эпоксидные композиции, нанесенные на изношенные поверхности деталей, обеспечивают получение поверхностей с высокой износостойкостью, значительной усталостной прочностью, высокой коррозионной стойкостью и др.

Процесс нанесения полимерной композиции довольно прост и общедоступен практически для любого ремонтного предприятия. Однако постоянно растущие требования, предъявляемые к трибологическим системам, используемым в сельскохозяйственной и перерабатывающей технике, требуют поиск новых технологических приёмов, позволяющих повышать работоспособность восстановленных узлов и в первую очередь повышать их износостойкость.

Известно, что повышение износостойкости пар трения возможно при создании условий эффективного смазывания поверхностей в течение всего процесса работы. Так для деталей, работающих в условиях граничного трения, уменьшение нагрузки в зоне контакта может быть достигнуто как правильным выбором смазки, так и сохранением смазки в зоне трения. В связи с чем приобретает значимость создание такой структуры полимера, которая позволила бы аккумулировать и продолжительно сохранять необходимое количество смазки в зоне трения.

Данные, имеющиеся в литературе [1-4], указывают на то, что важную роль в формировании масляной пленки в зоне трения металло-полимерных пар имеет сцепляемость смазки с поверхностями сопрягаемых элементов. В свою очередь, сцепляемость зависит от физико-химических (плотность и структура полимера, смачивающая способность и вязкость смазки, свойства поверхностного слоя металлической детали) и геометрических (состояние контактирующих поверхностей и геометрия в зоне трения) факторов.

В работе приводятся результаты исследования износостойкости деталей восстановленных полимерными покрытиями по технологии, разработанной в Государственном аграрном университете Молдовы, сформулированы предложения по применению нового композиционного полимерного материала, обладающего особыми свойствами за счет создания в поверхностных слоях пористой структуры.

Исследования проводили на машине трения СМЦ -2. В качестве образцов служили ролики с покрытиями из полиамидно-эпоксидной композиции с пористым поверхностным слоем. Контртелом служили колодки из углеродистой незакаленной стали. Начальный диаметр ролика $\varnothing 40\text{H}9(-0,062)$ а колодки $\varnothing 40\text{H}8(+0,039)$. В качестве смазывающего материала использовали «Литоил 24». Исследования износостойкости покрытий проводили при постоянном давлении $p=1,5\text{ МПа}$ и окружной скорости $v = 0,63\text{ м/с}$.

Определение износа сопряжения проводили после приработки. Приработку сопряжений проводили в течение 25 часов, когда пятно контакта составляло не менее 90% от номинальной площади. Площадь контакта определяли на инструментальном микроскопе ММИ 2 при помощи специального окуляра с сеткой.

В процессе экспериментов были исследованы пять пар трения. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментов процесса трения в паре ролик (Р), покрытый пористой полиамидоэпоксидной композицией, и колодки (К) из незакаленной углеродистой стали, при нагрузке $p=1,5\text{ МПа}$

Пара	1		2		3		4		5	
Тело/контртело	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К
Начальный диаметр, мм	39,81	40,01	39,86	40,03	39,85	40,05	39,79	40,03	39,81	40,01
Время, час	Износ U_h , мкм									
1	2	0	3	0	2	0	4	0	3	0
2	4	0	5	0	4	0	7	1	5	1
5	8	2	8	2	9	2	12	4	10	3
10	15	4	15	5	17	4	21	8	20	6
15	21	8	20	8	22	9	25	13	26	9
50	40	15	40	15	42	16	43	18	49	14
100	88	30	84	31	83	31	85	35	94	29
200	188	63	172	62	170	65	174	73	193	63

Основные статистические характеристики (стандартное отклонение и доверительный интервал для вероятности $\alpha = 0,05$) приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Статистические параметры износа ролика (Р) и колодки (К), при $p= 1,5\text{ МПа}$, $v=0,63\text{ м/с}$

Время, час	Износ, мкм		Стандартное отклонение, мм		Доверительный интервал, мм		Средняя безразмерная интенсивность износа	
	$\bar{U}_h(P)$	$\bar{U}_h(K)$	$S_h(P)$	$S_h(K)$	$IT(P), \text{ мм}$	$IT(K), \text{ мм}$	Ролик	Колодка ($\times 10^{-9}$)
1	2.4	0	0.5477	0.0000	0.4801		$1,06 \cdot 10^{-9}$	
2	4.6	0.4	1.1402	0.5477	0.9994	0.4801	$9.70 \cdot 10^{-10}$	$1.76 \cdot 10^{-10}$
5	13.6	2.2	2.0736	0.8367	1.8176	0.7334	$1.32 \cdot 10^{-9}$	$2.65 \cdot 10^{-10}$
10	26.2	5.2	3.9623	1.3038	3.4731	1.1428	$1.11 \cdot 10^{-9}$	$2.65 \cdot 10^{-10}$
15	39	8	4.3012	2.5495	3.7701	2.2347	$1.13 \cdot 10^{-9}$	$2.47 \cdot 10^{-10}$
50	129	26.4	19.4551	5.3198	17.0528	4.6629	$1.13 \cdot 10^{-9}$	$2.32 \cdot 10^{-10}$
100	256	54.2	40.2741	10.0846	35.3011	8.8394	$1.12 \cdot 10^{-9}$	$2.45 \cdot 10^{-10}$
200	517.2	108.2	73.3123	16.8731	64.2599	14.7896	$1.15 \cdot 10^{-9}$	$2.38 \cdot 10^{-10}$

Интенсивность линейного износа была определена из выражения:

$$I_{uh} = \frac{dU_h}{dL_f} \approx \frac{\Delta_h}{\Delta L_f} = \frac{\Delta U_h}{\Delta(v_f, t)} = \frac{\Delta U_h}{v_f \Delta t},$$

где: L_f – путь трения, в течение которого величина износа выросла на величину U_h , v_f – скорость износа, Δt – промежуток времени между замерами.

На рисунке 1 представлены зависимости износа пар трения от времени работы.



Рисунок 1 – Зависимость износа металлополимерных пар трения (ролик с покрытием из пористой полиамидно-эпоксидной композиции и колодки, изготовленной из незакаленной углеродистой стали) от продолжительности работы при следующих условиях: нагрузка $p=1,5$ МПа, скорость вращения $v_r = 0,63$ мс⁻¹; граничное трение (смазка Литол 24); шероховатость контактирующих поверхностей – ролика $Ra=12,5$ мкм; колодки – 6,3 мкм

Из графика, представленного на рисунке 1, видно, что в течение первых 50 часов происходят незначительные размерные изменения как у ролика, так и у колодки. После 50 часов работы замечено, что ролик с покрытием из пористого полиамидно-эпоксидного композита стал изнашиваться более интенсивно. Этот факт можно объяснить тем, что в процессе работы пары возросла температура в зоне трения, что привело к удалению смазывающего материала из неё. В то же время необходимо отметить, что износ металлической колодки, в пределах эксперимента, происходит в меньшей степени.

Таким образом, обобщая результаты экспериментов, полученных в работе и данные из научной литературы, можно отметить, что детали, восстановленные пористыми полиамидно-эпоксидными композициями, работают хорошо в условиях граничного трения и могут быть включены в III класс по классификации Крагельски-Харачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коляско И.В. Исследование и разработка технологии восстановления сельскохозяйственной техники полиамидными покрытиями: Диссертация кандидата технических наук: 05.20.03. – Кишинев, 1980. – 152 стр.
2. Дудчак В.П. Разработка технологии восстановления деталей сельскохозяйственной техники композиционными полимерными покрытиями: Диссертация кандидата технических наук: 05.20.03. – Кишинев, 1985. – 143 стр.
3. Марьян Г.Ф. Contribuții teoretico-experimentale la studiul fiabilității pieselor și îmbinărilor utilajului agricol recondiționate cu compozite pe bază de polimeri: Teza de doctor habilitat în tehnică: 05.20.03. – Chișinău, 2005. – 252 p.

4. Sirghii, V. Contribuții la asigurarea tehnologică a fiabilității pieselor utilajului agricol recondiționate cu aplicarea compozițiilor din mase plastic: Teza de doctor în tehnică: 05.20.03. – Chișinău, 2007. – 252 p.

Аннотация

Перспективы использования пористых полимерных композиций при восстановлении сопряжений с зазором

Результаты экспериментов, полученные в работе, и данные из научной литературы показывают, что детали, восстановленные пористыми полиамидно-эпоксидными композициями, работают хорошо в условиях граничного трения и могут быть включены в III класс по классификации Крагельски-Харачи.

Abstract

Prospects for the use of porous polymer compositions to restore bridges to gap

Experimental results obtained in the work, and data from the scientific literature shows that the details reconstructed porous polyamide-epoxy compositions, are working well in the context of boundary friction, and can be included in a class III classification Kragelski-Harachi.

УДК 621.9

ВЛИЯНИЕ ВИДА ОБРАБОТКИ НА НАПРЯЖЁННОЕ СОСТОЯНИЕ РАБОЧЕГО СЛОЯ УПРОЧНЯЕМОЙ ДЕТАЛИ

Дудников А.А., профессор; **Беловод А.И.**, ассистент
Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Для оценки напряженного состояния деформируемого материала обрабатываемой детали при восстановлении использовали метод решения приближенных уравнений равновесия и уравнения пластичности, который основан на следующих выводах [1]:

1. Напряженное состояние любого элемента обрабатываемого материала детали (образца) рассматривается либо ассиметричным, либо плоским (плоская деформация или плоское напряжённое состояние).

2. Для плоской задачи дифференциальные уравнения равновесия можно упростить, если принять, что нормальные напряжения зависят только от одной координаты; в этом случае остаётся одно дифференциальное уравнение с обыкновенными производными.

Данное допущение позволяет исключить необходимость определения напряженного состояния в каждой точке деформируемого образца.

Метод решения уравнений равновесия и пластичности позволяет определить напряжения и усилия в зоне контакта обрабатываемой поверхности с обрабатывающим инструментом (рабочим органом). Для определения усилия деформируемой поверхности нет необходимости определять напряжения в каждой ее точке [2].