

УДК 621.793.

М.А. Белоцерковский, канд. техн. наук, зав. лаб., А.В. Чекулаев, мл. науч. сотр.
ГНУ «Объединенный институт машиностроения» НАНБ, Республика Беларусь

Использование технологии газопламенного напыления покрытий модифицированным полиамидом при изготовлении корпусных опор почвообрабатывающих агрегатов

Проведены исследования с целью повышения работоспособности почвообрабатывающих агрегатов. Рекомендовано на сопрягаемые сферические поверхности узлов трения наносить антифрикционные покрытия методом газопламенного напыления с использованием модифицированного полиамида.

газопламенное напыление, антифрикционное покрытие, корпусная опора, полимерный прут, полимерный порошок, высокоскоростное распыление

Как показывает практика, основной причиной выхода из строя почвообрабатывающих агрегатов типа АКШ (агрегат культиваторный широкозахватный) является интенсивное изнашивание сопрягаемых поверхностей корпусных опор. Пути повышения работоспособности корпусных опор сухого трения могут быть весьма разнообразны и определяются критерием или совокупностью критериев, которые необходимо обеспечить. Основным требованием к корпусным опорам культиватора является обеспечение низкого коэффициента трения между сопрягаемыми подвижными поверхностями при максимально возможной герметичности узла в целом, исключающей работу узла в режиме сухого трения и абразивного износа.

В современном сельхозмашиностроении уменьшение коэффициента трения обеспечивают, преимущественно, за счет своевременного и периодического применения смазочных материалов. Выбор обоснован тем, что применение смазочных материалов является одним из наиболее доступных и экономичных методов увеличения ресурса деталей трибосопряжений. Однако требуемое конструкционное исполнение корпусных опор, обеспечивающих не только вращение сфер, но и их перемещение в вертикальной плоскости без заедания и заклинивания, не позволяет ограничиваться лишь применением смазок. В процессе работы подвижные поверхности подвергаются воздействию ударных нагрузок, обуславливающих образование вмятин, локальное нарушение смазочного слоя, что приводит к заклиниванию сопрягаемых поверхностей друг с другом и последующему выходу из строя всего узла с установленными в нем деталями.

В последнее время для увеличения работоспособности тел трибосопряжений разрабатываются методы нанесения покрытий с высокими защитными антифрикционными и демпфирующими свойствами. Однако многие из них используют дорогостоящие наносимые материалы и требуют при реализации значительных энергетических затрат. Для формирования антифрикционных покрытий на сопрягаемых поверхностях корпусных опор, авторами было предложено использовать легко реализуемые методы газопламенного напыления.

В качестве материала антифрикционного покрытия использовали композит [1], включающий полиамид ПА 6 (ТУ РБ 500048054.029), полиэтилен низкого давления (ПЭНД 277-03 ГОСТ 16338-85) в количестве 10 вес.% и нанодисперсный наполнитель – алмазосодержащий графит [2, 3] в количестве 0,5 вес.%. Из гранул указанного композита криогенным измельчением был изготовлен порошок с размером частиц 200 – 300 мкм и методом экструзии прутков диаметром 2,8 – 3 мм.

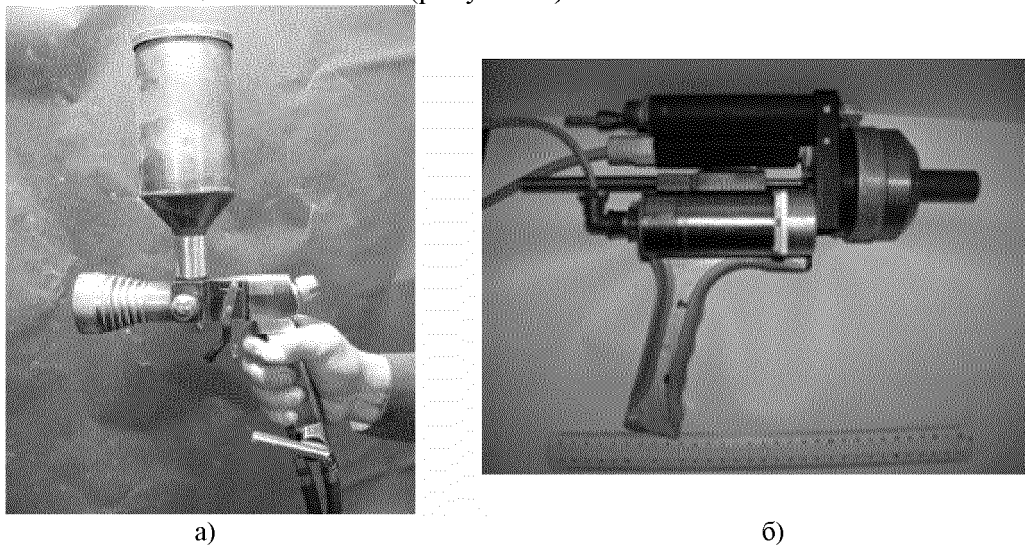
Подготовка поверхности осуществлялась методом струйно-абразивной обработки корундом с размером частиц 0,8...1,5 мм. Дистанция обработки составляла 70...100 мм.

Покрытия наносили с использованием оборудования для напыления, разработанного в ГНУ «ОИМ НАН Беларуси» – порошковой установки «Терко – П» и экспериментальной модели установки для высокоскоростного распыления полимерных прутков (таблица 1) [4].

Термораспылитель «Терко-П» оснащен распылительным узлом оригинальной конструкции, позволяющей плавно регулировать состав горючей смеси и форму факела, обеспечивает формирование покрытий из полимерных порошков с размером частиц до 400 мкм и температурой плавления от 90 до 400 С⁰ (рисунок 1, а).

В основу экспериментальной модели проволочного полимерного термораспылителя (рисунок 1, б) положен принцип микрофакельного сжигания горючей газообразной смеси в малогабаритной камере сгорания, использующейся в установках гиперзвуковой электрометаллизации [5]. Применение данной камеры сгорания позволяет осуществлять высокоскоростное распыление прутков, разгоняя распыляемые полимерные частицы до сверхзвуковых скоростей.

Нанесенные покрытия подвергали механической (токарной) обработке, до получения слоя толщиной 200 мкм (рисунок 2).



а)

б)

а – порошковый; б – проволочный

Рисунок 1 - Внешний вид термораспылителя

Оценка прочности сцепления покрытий к подготовленной металлической поверхности (сталь 45 – материал опор) проводилась с помощью штифтового метода, по величине силы отрыва штифта от слоя нормально приложенной нагрузкой. Результаты испытаний показали, что адгезия покрытий выше для метода с использованием полимера в виде прутка. Для пруткового напыления адгезия составляет 10 – 12 МПа, а для порошкового напыления 6 – 10 МПа. Предварительно проведенные

расчеты показали, что в зависимости от исполнения почвообрабатывающего агрегата, ширины захвата, прочность сцепления должна составлять не менее 5 МПа для АКШ 3,6 и не менее 6 МПа для АКШ 6,0. Таким образом, необходимая и достаточная адгезионная прочность покрытий достигается как и при прутковом, так и при порошковом напылении.

Таблица 1 – Техническая характеристика термораспылителей

Показатель	Значения показателей	
	Порошковый	Проволочный
Производительность, кг/ч	3,0	2,8
Коэффициент использования наносимого материала	0,85	0,90
Средние значения расхода и давления воздуха	20 м ³ /ч; 0,45 МПа	25 м ³ /ч; 0,25 МПа
Средние значения расхода и давления пропана	1,15 м ³ /ч; 0,19 МПа	0,5 м ³ /ч; 0,2 МПа
Масса термораспылителя, кг	2,0	2,5



Рисунок 2 - Корпусная опора с покрытием

Для определения триботехнических характеристик покрытий был создан специализированный стенд, осуществляющий вращение сфер и их перемещение в вертикальной плоскости. Удельная нагрузка при испытаниях изменялась от 2 до 6 МПа, что соответствует эксплуатационным условиям работы корпусных опор. Результаты испытаний представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Интенсивность изнашивания корпусных опор

	Нагрузка испытаний, МПа	Особенности корпусной опоры		
		без покрытия со смазкой Литол – 24	с покрытием	
			порошковое напыление	прутковое напыление
Интенсивность изнашивания, 10 ⁻³ мг/м.	2	6	1,5	1,3
	4	8	2,0	1,6
	6	15	2,2	2,5

Анализ полученных экспериментальных результатов показывает, что нанесение покрытий на сопрягаемые поверхности корпусных опор почвообрабатывающих агрегатов типа АКШ методом газопламенного напыления с использованием

модифицированного полиамида ПА 6 повышает его работоспособность. Причем для опор, испытывающих удельные нагрузки до 4 МПа, можно рекомендовать прутковое напыление, для более нагруженных узлов трения желательнее применять порошковое напыление.

Разработка технологии формирования антифрикционных покрытий на поверхностях корпусных опор сухого трения сельскохозяйственной техники выполняется в рамках Государственной научно-технической программы «Новые материалы и технологии - 2010» задание 1.67/4220. В настоящее время планируется изготовление опытной партии корпусных опор с антифрикционными слоями и проведение эксплуатационных испытаний.

Список литературы

1. Голопятин А.В. Технологическое обеспечение работоспособности многофункциональных сферических сочленений мобильной техники газопламенным напылением покрытий на основе полимеров: Автореф. дисс... канд. техн. наук: 05.02.08 / ИМИНМАШ. – Минск, 2005. – 21 с.
2. Долматов В.Ю. Ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза. Получение, свойства, применение. // Ю.В. Долматов. – Санкт-Петербург.: СПбГПУ. – 2003. – 344 С.
3. Долматов В.Ю. Ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза: свойства и применение. // Ю.В. Долматов. // Успехи химии. – 2001. – Т. 70, № 7. – С. 687 – 708.
4. Белоцерковский М.А., Чекулаев А.В. Исследование процесса нанесения защитных покрытий, получаемых газотермическим распылением полимерных экструдатов // Сварка и родственные технологии. – 2005. – № 7. – С. 77 – 80.
5. Белоцерковский М.А., Прядко А.С., Черепко А.Е. Технологические особенности и области использования гиперзвуковой металлизации // Инновации в машиностроении: Сборник научн. трудов. (Минск, 30-31 октября 2008 г.) / Редкол.: М.С. Высоцкий [и др.]. – Минск: ОИМ НАН Беларуси, 2008. С. 479 – 484.

М. Белоцерковский, А. Чекулаев

Використання технології газополуменевого напилювання покриттів модифікованим поліамідом при виготовленні корпусних опор ґрунтообробних агрегатів

Проведено дослідження в області підвищення працездатності ґрунтооброблюючих агрегатів. Рекомендовано на сферичні поверхні вузлів тертя, що сполучаються, наносити антифрикційні покриття методом газополуменевого напилювання з використанням модифікованого поліаміду.

М. Belotserkovsky, A. Chekulaev

Using the technology of flame spraying a modified polyamide in the manufacture of hull supports tillage units

Research has been conducted in the area of improving the efficiency cultivation aggregates. Recommended for adjointable spherical surface friction units antifriiction coatings applied by flame spraying using a modified polyamide.

Одержано 03.09.09