

Таблица 5

Номер опыта	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	$F(Y)M$
1	0,25	3,06	0,24	3,36	4,74
4	0,34	2,25	0,24	4,69	4,47
6	0,30	2,38	0,29	6,28	4,38

Оценка полученных данных позволяет заключить, что оптимальным при заданных условиях будет вариант № 1, оптимальные управляемые параметры для которого представлены на рисунке 1.

Следует отметить, что ввод вышеупомянутых весовых коэффициентов увеличивает субъективность выбора оптимального варианта и её можно понизить, если конструктор, обладая дополнительной информацией, может расположить критерии по степени их важности.

УДК 621.981;539.216

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НАНЕСЕНИЕМ ВАКУУМНЫХ ПОКРЫТИЙ

А. В. РОГАЧЕВ, А. Н. ПОПОВ

Белорусский государственный университет транспорта

Применение современных методов обработки материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность ответственных деталей и оптимизированных по критериям ресурс- и энергосбережения, является приоритетным направлением развития машиностроения, ремонта подвижного состава. На основании результатов исследования структуры и свойств поверхностных слоев, покрытий и влияния на них технологических режимов и условий обработки методами ионной и электронной технологии, анализа закономерностей процессов, протекающих при их реализации, определены основные направления совершенствования известных технологических решений, характеризующихся высокой эффективностью при использовании в машиностроении и на транспорте:

1 Разработка конструкции и технологии формирования многослойных покрытий на основе нитридов металла, пластичных металлов и полимеров. При этом слой мягкого материала используется в качестве внешнего.

Комплексные триботехнические исследования таких многослойных систем толщиной до 5 мкм, сформированных в оптимальных технологических условиях, показали, что они обладают низким коэффициентом трения по стали ШХ 15, высокой износостойкостью, долговечностью. Несмотря на то, что твердость покрытий из нитрида титана превышает твердость контртела более чем в 3 раза, его износ в таких системах снижается в 10,3 раза.

На основании полученных результатов разработана технология восстановления и модификации рабочих поверхностей топливной и тормозной аппаратуры двигателей.

2 Оптимизация условий и режимов осаждения алмазоподобных покрытий (АПП) из импульсной катодной плазмы. Разработка эффективных приемов легирования таких покрытий на стадии их осаждения.

Испытания двухслойных покрытий (АПП + твердая смазка) показали, что нанесение меди (толщиной до 1 мкм) позволяет уменьшить коэффициент трения $f_{тр}$ и скорость изнашивания I . Нанесение слоя ПТФЭ в качестве твердой смазки на АПП дало увеличение $f_{тр}$ до 1,5 раза и I до 20 %.

Определены триботехнические и механические свойства, морфология сформированных из плазмы импульсного дугового разряда легированных титаном углеродных α -С покрытий, их зависимость от концентрации титана и режима термообработки.

При нагреве многослойного покрытия Ti-C, обработке ионами процессы диффузии активизируются, и происходит значительное изменение химического состава и структуры покрытия. Полученные данные свидетельствуют о значительном увеличении твердости покрытия и формировании структур, характерных для карбида титана.

3 Разработка новых методов плазмохимической обработки материалов, приводящих к формированию на поверхности тонких функциональных слоев различной природы, в том числе и полимерных. Особый интерес представляют методы обработки в активной газовой фазе, образованной ионным или электронно-лучевым диспергированием исходного полимера в вакууме. Данные методы

достаточно эффективны при проведении обработки резинотехнических изделий в среде полимеризующихся газов. После такой обработки на поверхности формируется тонкая (до 5 мкм) износостойкая композиционная пленка, обеспечивающая снижение в 1,5–2 раза коэффициента трения, в 2–5 раз набухание в среде топлив и масел. При оптимальных режимах модификации долговечность резиновых уплотнений возрастает в 2–5 раз.

УДК 620.192.32

АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СООРУЖЕНИЙ

Л. В. САМУСЕВА, А. С. НЕВЕРОВ

Белорусский государственный университет транспорта

Наиболее распространенными средствами защиты крупногабаритных сооружений являются лакокрасочные покрытия. Однако эффективность такой защиты зависит от многих факторов: природы материала защитного покрытия, метода его нанесения, предварительной обработки защищаемого металла и т.д. Наилучшие результаты дает тщательная предварительная очистка металла от загрязнений и продуктов коррозии. Однако, учитывая значительные размеры подобных сооружений, это не всегда возможно и экономически целесообразно, поэтому в последнее время часто используют нанесение на защищаемые конструкции преобразователей ржавчины или грунтовок-преобразователей. Еще лучшие результаты дает применение покрытий, в состав которых входят ингибиторы коррозии. Но в этом случае нужно учитывать, что такого рода добавки обычно ухудшают адгезию покрытия к металлической основе. Поэтому в таких случаях желательно использовать комбинированные покрытия, в состав которых входят грунтовочные подслои (оксидные, фосфатные и т.п.), проницаемые для ингибитора и в то же время обеспечивающие высокую адгезию покрытия к металлу.

Наиболее надежную защиту от коррозии обеспечивают покрытия, наносимые из порошковых синтетических полимеров (полиэтилен, фторопласты, пентапласт). Нами разработаны составы ингибированных полимерных покрытий и облицовок, в которых в качестве активного антикоррозионного компонента использованы карбамид и его производные. Полимерные материалы, в которые входят такие азотосодержащие органические соединения, обладают ингибирующим действием по отношению к коррозии металлов. Особенности кристаллизации этих низкомолекулярных органических соединений создают предпосылки для образования соединений кластерного типа, состоящих из кристаллов карбамида или его производных и низкомолекулярных фракций полимера. В состав кластеров включается наиболее низкомолекулярная составляющая полиэтилена, поэтому при формировании таких материалов эффективная молекулярная масса полимерной основы возрастает. Об этом свидетельствуют результаты исследования физико-механических свойств образцов, выполненных из таких материалов. Сопутствующее этому явлению повышение прочностных характеристик материала расширяет диапазон его возможного применения. При дополнительном введении в состав материала маслорастворимых ингибиторов коррозии или других активных ингредиентов упомянутые кластеры являются центрами сорбции этих компонентов, обеспечивая в последующем длительное выделение активных добавок в зону их непосредственного использования.

УДК 62-233.21/22

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПОДШИПНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ ПРИ ИХ РАБОТЕ

К. М. СИДОРЕНКО, В. И. ВРУБЛЕВСКАЯ

Белорусский государственный университет транспорта

В БелГУТе проводятся исследования по созданию износостойких подшипниковых материалов на основе прессованной древесины, пропитанной смазками, модифицированной искусственными