

Выводы

1. Технология минеральных покрытий повышает эффективность работы станочного оборудования, позволяет экономить средства и время при ремонтно-восстановительных работах, так как производится без вывода станка из эксплуатации.
2. Комплексные технологии с использованием

ультразвука и минеральных покрытий открывают перед станкостроителями широкие возможности для производства станков нового поколения — станков с наивысшими техническими и эксплуатационными характеристиками.

Ж «Металлообработка», № 2(8) 2002 г.

**ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ
ТЕХНИКИ «СЕВЕРНОГО» ИСПОЛНЕНИЯ**

*Е.А. ПАНФИЛОВ, д-р техн. наук,
Г.И. СИЛЬМАН, д-р техн. наук,
С. С. ГРЯДУНОВ, канд. техн. наук*

Абразивное изнашивание является основной причиной выхода из строя широкой номенклатуры деталей дорожных, строительных и землеройных машин, особенно контактирующих в процессе эксплуатации с мерзлым грунтом. Изнашивание таких деталей, как катки, башмаки гусениц, ножи, зубья, накопечники рыхлителей, ковши и другие, определяет в основном срок службы, производительность и технико-экономическую эффективность техники «северного» исполнения.

Перспективным для условий абразивного изнашивания является применение хромованадиевых белых чугунов, в которых реализуется эффект композиционного упрочнения в результате объемного армирования матрицы сплавов карбидной фазой в виде дендритообразного каркаса, вследствие чего указанные материалы обладают высоким комплексом механических и противоизносных свойств [1].

бидной фазы (табл. 1). Количество карбидной фазы, тип карбидов, их форму и расположение, состав и строение основы материалов определяли с помощью карбидного анализа, металлографических и рентгеноспектральных исследований. Для выявления механизма абразивного изнашивания и влияния структуры сплавов на сопротивление перемещению индентора проводили сканирование поверхностей алмазным конусом на установке трибоспектрального анализа [2] и склеромет-

Таблица 1

Свойства литых хромованадиевых чугунов

Марка сплава	Тип основы	Карбидная фаза, %	Тип карбидов	HRC	
				без т.о.	после т.о.
230X8Ф7С2Г6	Аустенитная	21	MC+M ₇ C ₃	43-45	51-53
280X8Ф7С2Г6		26	МOM ₇ C ₃	44-46	51-53
300X8Ф7С2Г4	Мартенситно-аустенитная	28	MC+M ₇ C ₃	50-52	58-60
360X9Ф7С2Г4		34	MC+M ₇ C ₃	50-52	58-60
180X8Ф8С3М3Г	Мартенситная	14	MC	53-55	61-63
220X8Ф8С3М3Г		19	MC	53-55	61-63

Для разработки рекомендаций по практическому использованию хромованадиевых чугунов для деталей техники "северного исполнения" необходимо на основании изучения механизма и закономерностей их изнашивания в диапазоне климатически низких температур определить оптимальную, в зависимости от условий изнашивания, структуру материалов, установить технологию их получения и обеспечения характеристик качества рабочих поверхностей.

Исследовались литые хромованадиевые чугуны с различной основой и разным содержанием кар-

рирование их алмазной пирамидой [3].

С целью выяснения особенностей механизма абразивного и ударно-абразивного изнашивания сплавов в диапазоне климатически низких температур проводили топографические исследования поверхностей образцов, сформированных при трении и ударе об электрокорундовую шлифовальную шкурку.

Испытания сплавов на изнашивание при трении по абразивной поверхности в диапазоне климатически низких температур выполняли по методике [4]. Испытания сплавов на изнашивание при уда-

ре об абразивную поверхность в диапазоне климатически низких температур проводили в соответствии с ГОСТ 23.212-82 "Метод испытаний на изнашивание при ударе в условиях низких температур".

С целью изучения влияния таких структурных факторов, как плотность карбидной фазы и угол разориентирования карбидных волокон на распределение напряжений при воздействии абразивных частиц была принята микро модель контактного взаимодействия абразива с изнашиваемой поверхностью. Распределение напряжений выявляли применением метода конечных элементов в объемной постановке. Для выявления возможных структурных изменений в поверхностных слоях сплавов при абразивном и ударно-абразивном изнашивании проводили рентгенографические исследования поверхностей образцов.

В результате склерометрических исследований выявлено влияние армирующей матрицы карбидного каркаса на механизм абразивного изнашивания. На рис. 1 показано, что движению индентора препятствовал карбидный участок, который был разрушен с образованием большого числа мелких карбидных частиц. Значительное сопротивление со стороны карбидного участка привело к искажению прямолинейности царапины. Матрица под воздействием индентора не только срезается, но и пластически выдавливается по сторонам царапины, образуя отвалы. При усилении воздействия, недостаточном для разрушения карбидного каркаса, индентор приподнимается, преодолевая карбидный участок. Таким образом, механизм абразивного изнашивания сплавов будет состоять в разрушении карбидного каркаса, последующем срезе и пластической деформации металла основы.



Рис. 1. Дорожка сканирования индентором поверхности сплава (Т1 - края дорожки сканирования)

Анализ полученных трибоспектограмм сплавов (рис. 2) показывает, что у сплава 180Х8Ф8С3М3Г определяющая роль в сопротивлении перемещению индентора принадлежит основе, у сплава 280Х8Ф7С2Г6 - карбидной фазе. Частота и амплитуда изменения трибоспектограммы сплава 360Х9Ф7С2Г4 свидетельствует о достаточно высоком сопротивлении основы деформированию.

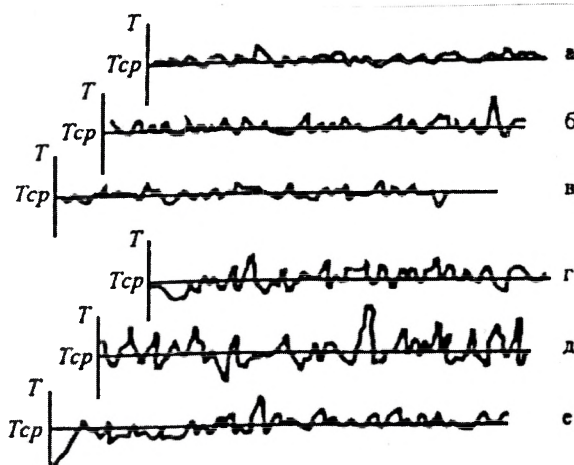


Рис. 2. Трибоспектограммы сплавов 360Х9Ф7С2Г4 (а, з); 280Х8Ф7С2Г6 (б, д); 180Х8Ф8С3М3Г (в, е); при нагрузке 1,6 Н (а, б, в) и 2,6 Н (з, д, е); Т - сила сопротивления деформированию поверхностных слоев, Н

Влияние карбидной фазы на сопротивление воздействию индентора оценивали на основе анализа графиков спектральных плотностей, показывающих разброс энергетических затрат на преодоление структурных составляющих сплавов. В соответствии с методом трибоспектрального анализа рост величины спектральной плотности в высокочастотной области связан с повышением степени участия карбидной фазы сплава в сопротивлении упругопластической деформации (рис. 3).

Топографическими исследованиями установлено, что поверхности трения образцов сплавов, имеющих мартенситную матрицу, характеризуются большим количеством мелких рисок и царапин, отдельными глубокими бороздками с рваными краями; сплавов с аустенитной матрицей - наличием ровных глубоких царапин, имеющих высокие гребешки предразрушенного металла. На поверхностях образцов сплавов с мартенситно-аустенитной матрицей, сформированных при различных температурах испытаний, наблюдаются неглубокие царапины и отдельные трещиноподобные дефекты, располагающиеся преимущественно по границам фаз.

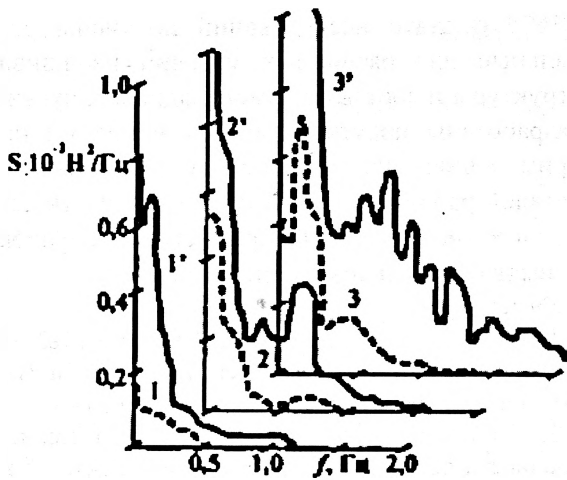


Рис. 3. Зависимость спектральной плотности S силы сопротивления деформированию исследуемых материалов от срединной частотной составляющей f спектральной плотности: 1, 2, 3 - сканирование с нагрузкой 1,6 Н; 1', 2', 3' - 2,6 Н; 1, 1' - сплав ШХ8Ф8СЗМЗГ; 2, 2' - сплав 360Х9Ф7С2Г4; 3, 3' - сплав 280Х8Ф7С2Г6

Анализ результатов, полученных при расчете методом конечных элементов микромоделей материала, поверхность которой нагружена нормальными и касательными силами и, свидетельствует, что на границах карбидов формируются максимальные значения эквивалентных напряжений $\sigma_{\text{экв}}$, по величине почти вдвое превышающие $\sigma_{\text{экв}}$ в матрице материала (рис. 4). Угол разориентирования α карбидных волокон начинает оказывать значительное влияние на $\sigma_{\text{экв}}$ при увеличении касательных нагрузок. Положительное влияние угла разориентирования α на снижение максимальных напряжений выявлено при значениях α до 15° . Воздействуя на процесс кристаллизации хромованадиевых чугунов, можно обеспечивать формирование требуемого угла разориентирования волокон в зависимости от условий эксплуатации деталей из этих чугунов.

Для условий абразивного изнашивания установлена корреляционная зависимость ϵ_a между износостойкостью и количеством карбидной фазы сплавов:

$$\epsilon_a = 2,77 + 0,014K - 0,86p,$$

где K - количество карбидной фазы, %; p - давление в контакте, МПа.

Топографическими исследованиями поверхностей, сформированных при ударе о шлифовальную шкурку, установлено, что преимущественным механизмом разрушения микрообъемов сплавов с мартенситной и мартенситно-аустенитной матрицей в условиях нормальных температур

является квазисклол, что подтверждается наличием фасеток квазисклола, ступенек и ручьистого узора. При понижении температуры испытаний образцов наряду с квазисклолом появляются участки скола, возрастает число и протяженность микротрещин, распространяющихся преимущественно в глубь материала.

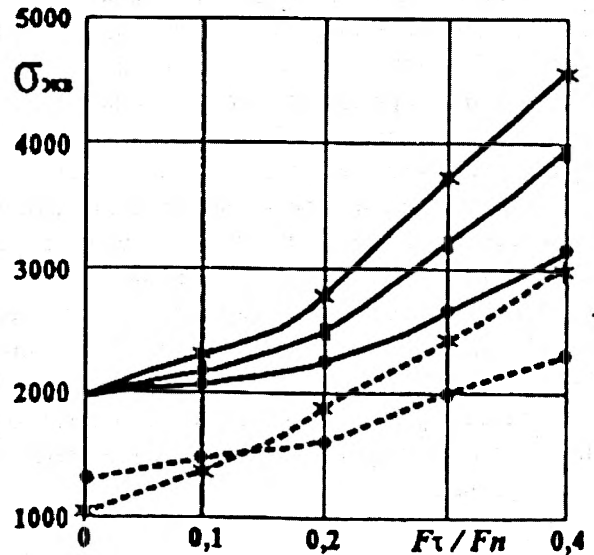


Рис. 4. Зависимость максимальных напряжений $\sigma_{\text{экв}}$ ($\text{Н}/\text{мм}^2$) от соотношения касательных F_t и нормальных F_n сил при различных углах разориентирования α : \bullet - 10° ; \times - 5° ; \times - 0° ; --- - основа; ---- - карбидная фаза

Механизм разрушения микрообъемов сплавов с аустенитной матрицей носит смешанный характер. На основании рентгенографических исследований выявлено мартенситное превращение аустенита при ударно-абразивном изнашивании сплавов с аустенитной и мартенситно-аустенитной матрицей, которое почти не зависит от температуры испытаний.

Результаты исследований влияния изменения количества аустенита в процессе испытаний на интенсивность ударно-абразивного изнашивания показывают, что с увеличением степени мартенситного превращения аустенита сопротивление сплавов ударно-абразивному изнашиванию возрастает. Таким образом, γ - α -превращение влияет на износостойкость сплавов с аустенитной и мартенситно-аустенитной матрицей при ударном нагружении.

Установлена корреляционная зависимость между износостойкостью при ударно-абразивном изнашивании ϵ_{y-a} и произведением коэффициента

K_{1C} на твердость HRC:

$$\epsilon_{y-a} = 0,87 + 1,6 \cdot 10^{-3} K_{1C} \text{HRC},$$

которая позволяет заключить, что указанное произведение может служить критерием износостойкости хромо-ванадиевых чугунов при ударно-абразивном изнашивании независимо от их структурного состояния.

Для обеспечения производительной механической обработки детали из сплавов с мартенситной матрицей должны подвергаться отжигу, что позволяет их обрабатывать твердосплавным лезвийным инструментом. После этого необходимо выполнение повторной термической обработки.

Детали из сплавов с мартенситно-аустенитной и аустенитной матрицами должны обрабатываться с помощью инструмента, оснащенного поликристаллическим сверхтвердым материалом на основе кубического нитрида бора, или шлифованием. Выбор характеристик инструмента, режимов точения и шлифования зависит от многих факторов и в каждом конкретном случае определяется индивидуально.

В результате исследований получены рациональные для различных условий изнашивания структуры и составы хромованадиевых чугунов и разработаны практические рекомендации по их применению для повышения износостойкости деталей рабочих органов и ходовой части землеройных машин, эксплуатируемых в условиях климатически низких температур.

Литература

1. Жуков А.А., Сильман Г.Л., Фрольцов М.С. Износостойкие отливки из комплексно-легированных белых чугунов. М.: Машиностроение, 1984. 104 с.
2. Запорожец В.В. Динамические характеристики прочности поверхностных слоев и их оценка // Трение и износ. 1980. Т. 1, № 6. С. 976-986.
3. Бердиков В.Ф., Пушкарев О.Н., Назаренко В.А. Микротвердометр с автоматической записью диаграмм вдавливания и царапаний // Заводская лаборатория. 1980, № 5. С. 459-462.
4. Обеспечение износостойкости изделий. Повышение долговечности поверхностей, изнашиваемых в условиях низких температур, методами наплавки. МР 244-87. М.: ВНИИНМАШ. 1987. 28 с.

Справочник. Инженерный журнал, № 8, 2002 г.

ОТКРЫТИЯ

НЕЗАМЕРЗАЮЩЕЕ ОЗЕРО ОБНАРУЖЕНО В АНТАРКТИДЕ

Уникальное сверхсоленое озеро глубиной 5 км обнаружили ученые в Антарктиде под 19-метровым слоем многовекового льда. Озеро получило название Вида. Оно, как пишут «Известия», располагается в холодной пустынной области, известной как сухая долина Мак Мердо. Возраст микробов, обнаруженных в воде озера достигает 2,8 тысячи лет.

Как ожидают биологи, поскольку вода в озере была изолирована от остального мира в течение тысячелетий, в необычном водоеме могли сформироваться уникальные экологические системы. По мнению исследователей, это может дать ключ к поиску органической жизни на других планетах, включая Марс.

Ранее считалось, что Вида, как и некоторые другие антарктические озера, круглый год находится в замерзшем виде. Однако новые исследования показали другую картину. Группа американских исследователей обнаружила два ледяных ядра в озере Вида. Ученые при помощи радара, волны которого проникают сквозь толщу льда, обнаружили под ледяной горой незамерзшую воду. Вода оста-

ется жидкой, поскольку в семь раз солонее воды в океане. Такая концентрация соли не дает воде замерзнуть даже при минус 10 градусах по Цельсию — такова температура под толщей льда.

Исследователи не стали бурить шурф непосредственно к озеру, опасаясь разрушить герметичность водоема. Используя метод радиоуглеродного анализа, ученые определили возраст осадочных пород, обнаруженных в ледяном ядре, — 2,8 тыс. лет. Когда породы были разморожены, в них были найдены микроорганизмы, которые удалось оживить. Биологи предполагают, что простейшие сохранились благодаря уникальному сочетанию света, холода и сверхсолености.

«Р»