

6. Перспективы применения дисперсных высокохромистых чугунов отходов для восстановления-упрочнения деталей / В. К. Ярошевич М.А. [и др.] // Машиностроение: респ. межведомственный сб. науч. тр. Вып. 21 / Белорус. нац. техн. ун-т, под ред. Б.М. Хрусталева: в 2 т.– Минск, 2005. – Т. 1 – С. 346-350.
7. Способ оценки фазового состава металлических и металлоподобных сплавов: а.с.1668903 СССР, МКИ G 01 N 3/00

- / О.Г. Девоино, М.А. Кардаполова, Г.Г. Панич: Бел. гос. политехн. ин-т. - № 4698464/28; заявл. 31.05.89; опубл. 07.08.91// Открытия Изобрет. – 1991. – № 29.
8. Композиционные покрытия на основе чугунов порошков / Ю.А. Харламов [и др.] // Теоретические и технологические основы упрочнения и восстановления изделий машиностроения: сб. науч. Трудов / Полот. гос. ун-т; редкол.: С.А. Астапчик [и др.]. – Минск, 2001. – С. 72 – 76.

УДК 621.65.004

Голуб В.М., Добрияник Ю.А.

ТЕХНОЛОГИЯ УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ УЗЛОВ ТРЕНИЯ ГИДРОМАШИН

ВВЕДЕНИЕ

Состояние рабочих поверхностей деталей узлов трения представляет собой один из главных показателей, определяющий эксплуатационные характеристики машин, так как отказы узлов трения, в основном, связаны с износом и нарушением геометрии трущихся деталей. Для гидромашин самыми уязвимыми узлами трения являются торцовые уплотнения валов и опоры скольжения.

От выбора материалов трущихся деталей и соответствующих технологий их обработки зависит надежность и долговечность узлов трения и гидромашин в целом.

Торцовые уплотнения валов и опоры скольжения работают в тяжелых условиях, в рабочих жидкостях, часто агрессивных и абразивных, со смазочной способностью, не отвечающей условиям нормальной эксплуатации. В процессе работы, при высоких скоростях скольжения контактные пары трения воспринимают как статические, так и динамические нагрузки с выделением тепловой энергии. Низкий отвод тепла с контактных поверхностей приводит к растрескиванию и разрушению деталей. Часто материалы с хорошими конструктивными свойствами не всегда удовлетворяют тем требованиям, которые предъявляются к их поверхностным характеристикам.

Последние достигаются применением различных технологических методов, позволяющих создать на поверхности контакта износостойкие теплоотводящие покрытия или слои, обладающие необходимым комплексом антифрикционных свойств [1].

Развитие технологических методов упрочнения поверхностей деталей машин связано с успехами фундаментальных научных исследований, которые привели к созданию технологий, обеспечивающих практически «эффект безызносности» [2, 3]. Новые технологии позволяют получить поверхностные слои с достаточной прочностью и твердостью, износной и коррозионной стойкостью, а также другими высокими эксплуатационными показателями.

Среди разнообразия технологических методов, направленных на достижение эффекта безызносности, следует выделить технологии «избирательного переноса», разработанные И.В. Крагельским, Д.Н. Гаркуновым и их научной школой [4].

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ

Одним из эффективных методов повышения надежности и долговечности торцовых уплотнений валов и осевых опор скольжения гидромашин является нанесение на рабочие поверхности контактных колец пар трения износостойкого слоя

из порошков карбида вольфрама со спеканием и пропиткой медьсодержащей матричной связкой, обладающего высокими теплопроводными и антифрикционными характеристиками [5].

Принципиальной особенностью изготовления таких колец является то, что соединяются различные по своим физико-механическим свойствам и химическому составу материалы. Контактное кольцо является комбинированной деталью, основу которой составляет конструкционная сталь, а нанесенный на рабочую поверхность износостойкий пояс толщиной 2-3 мм в заданных чертежом размерах представляет собой твердый композиционный материал с высокими антифрикционными характеристиками. Механическая обработка таких колец не представляет технологических трудностей, так как только контактная торцовая поверхность требует при обработке применения специального сверхтвердого абразивного инструмента. Технология изготовления колец пар трения с износостойким рабочим слоем включает следующие операции:

- выбор материала и получения заготовки контактных колец пары трения;
- приготовление шихты из порошков карбидов металлов; очистка заготовки и прессование шихты в торцовую канавку;
- приготовление матричного пропиточного сплава и его нанесение на напрессованный слой шихты;
- спекание и пропитка напрессованного слоя шихты в электропечи в восстановительной водородной или инертной среде;
- охлаждение заготовки вместе с печью;
- механическая обработка заготовки и получение контактного кольца пары трения торцового уплотнения или осевой опоры.

При приготовлении шихты порошки смешиваются. В смесь вводится пластификатор для уменьшения усилия прессования и получения прочного брикета. Нагрузка прессования принимается в пределах от 150 до 250 МПа.

Технологические приемы металлокерамического производства позволяют изготовить композиционные материалы, имеющие высокую степень взаимодействия и связи между частицами на межфазных границах переходов. Получение этих связей при спекании и пропитке обеспечивается тесным контактом зерен, их подплавлением и смачиванием расплавленным пропиточным материалом.

Среда спекания и пропитки является одним из важнейших факторов, влияющих на качество получаемого композиционного слоя, припекаемого к стальной основе контактного кольца. Водород восстанавливает окисные пленки, что ускоряет и улучшает спекание и пропитку. Вакуум содействует испарению окисных пленок и удалению адсорбированных газов и газов из

Голуб Владимир Михайлович, к.т.н., доцент, и.о. зав. каф. машиноведения Брестского государственного технического университета.

Добрияник Юрий Алексеевич, магистрант Брестского государственного технического университета. Беларусь, БрГУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

открытых пор. Вместе с этим испаряется и пропиточный сплав. При этом медь оседает на нагревательных элементах печи, что является существенным недостатком.

Время спекания и пропитки с момента плавления пропиточного материала составляет от 30 минут до одного часа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ КОНТАКТНЫХ КОЛЕЦ ПАР ТРЕНИЯ

Оценка триботехнических характеристик износостойких композиционных покрытий колец пар трения выполнялась на специальном стенде.

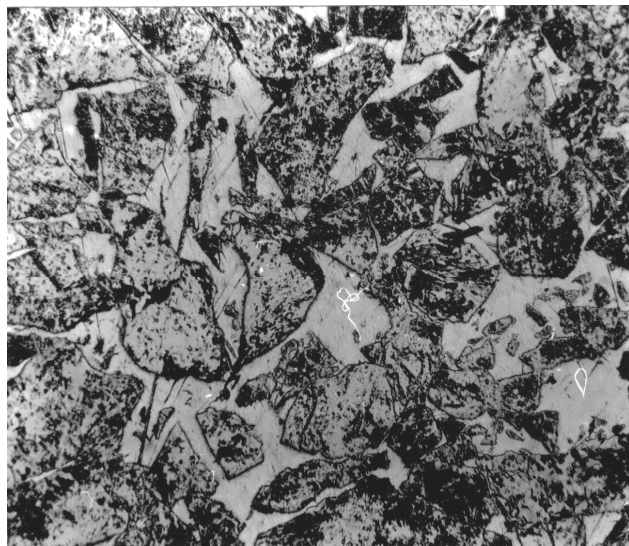


Рис. 1. Структура композиционного материала, $\times 70$

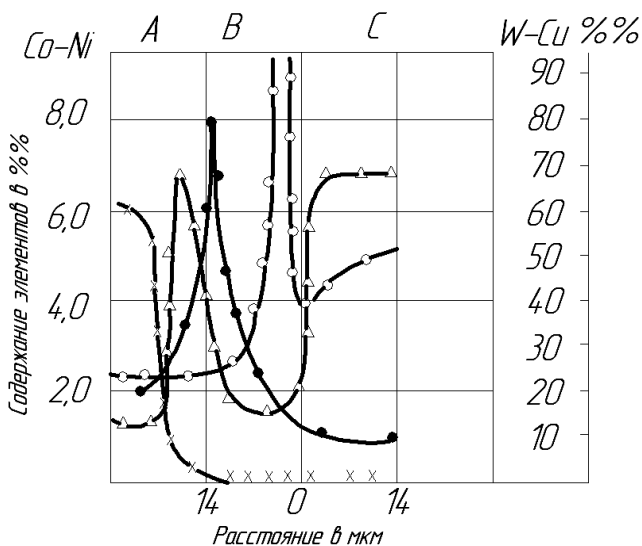


Рис. 2. Распределение элементов в диффузионных слоях композита: \times - W; Δ - Cu; o - Co; \bullet - Ni

Антифрикционные свойства нанесенного на стальное кольцо композиционного слоя, кроме прочих факторов, зависят от наличия химических связей между входящими в композит компонентами. Немаловажное значение имеет и прочность соединения контактного слоя со сталью.

Установлено, что композиционный материал имеет сложную многофазную структуру. Зерна карбида вольфрама обрамлены прослойками и прожилками матричного медно-никелевого раствора (рис. 1).

Размер и объем этих прослоек зависит от зернистости принятых порошков карбида вольфрама и пористости спрессованного в стальной заготовке брикета. Микрорентгеноспек-

тральный анализ показал, что в композиционном слое имеются диффузионные зоны довольно сложного строения. В сталь на глубину 5...20 мкм диффундирует кобальт и никель. Медь и вольфрам в сталь не диффундируют. На рис. 2 показано распределение элементов в диффузионных слоях композита. Выделяются три характерные зоны: *зона А* контакта зерен карбида вольфрама и матричной прослойки, *зона В*, представляющая матричную медно-никеле-кобальтовую прослойку и *зона С* контакта композита со сталью.

В этих зонах отмечаются образования сложных карбидов типа $\theta - Co_2W_4C_3$ и $\eta - Co_3W_3C$.

Отмечается равномерное рассеивание по всему объему композита тонкодисперсной меди, что придает композиту высокие антифрикционные характеристики.

Наличие особых атомарных связей меди с карбидом вольфрама, а также изменение энергетической структуры входящих в композит элементов, способствует проявлению избирательного переноса при работе такой пары трения в узлах трения гидромашин.

Конечной целью испытаний являлся выбор состава композиционного слоя с повышенной абразивной износостойкостью. Проведена оценка влияния крупности порошковой фракции литого карбида вольфрама композита на его износостойкость.

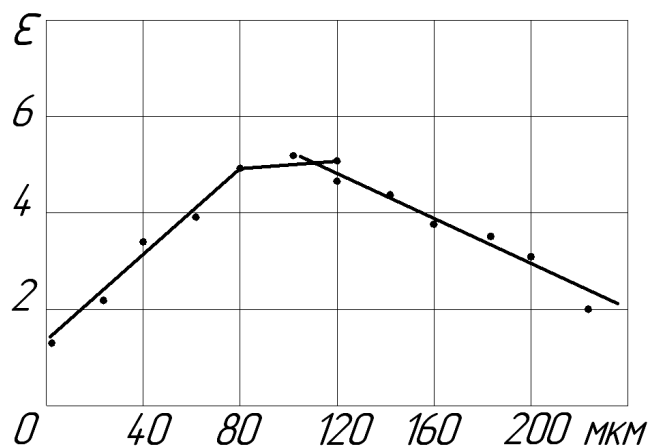


Рис. 3. Зависимость относительной износостойкости от зернистости карбида вольфрама

Установлено, что тонкозернистая фракция зернистостью 10...20 мкм имеет лучшую прессуемость. Однако абразивная износостойкость такого композита снижена (рис. 3). В качестве эталона принята пара трения „сталь 16ХГТА с цементированной контактной поверхностью по бронзе ОЦС-5-5-5”. С увеличением зернистости порошка карбида вольфрама до 100 мкм относительная абразивная износостойкость возрастает. При применении порошков карбида вольфрама зернистостью более 150 мкм приводит к снижению износостойкости композита по причине того, что происходит вымывание мягкой матричной составляющей между более крупными зёрнами карбида вольфрама. Кроме того, под действием динамической нагрузки при обработке и в эксплуатационном режиме крупные хрупкие зёрна карбида вольфрама часто растрескиваются и разрушаются.

Сравнительные испытания колец пар трения в масле МС-20 показали высокие антифрикционные и износостойкие свойства композиционного материала (рис. 4). Одноименная пара трения из композиционного материала работает практически в безыноном режиме с низким коэффициентом трения. Применение таких пар трения в торцовых уплотнениях валов и осевых опор водяных и нефтяных насосах показали их высокую надежность и долговечность.

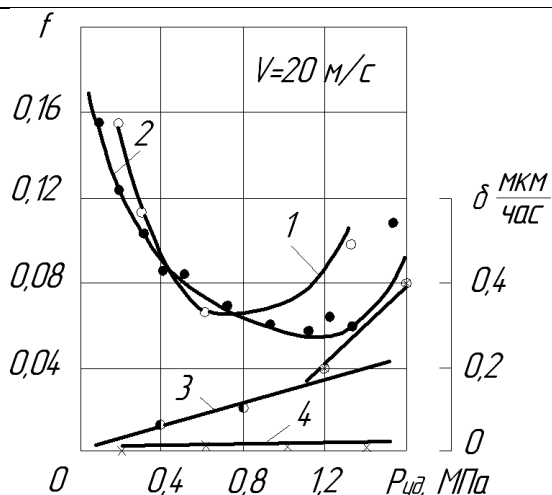


Рис. 4. Зависимость коэффициента трения f (1,2) и скорости изнашивания δ (3,4) от удельного нагружения контакта в масле МС-20 для пар трения:

1,3 – сталь 16ХГГА с цементированной контактной поверхностью по бронзе ОЦС 5–5–5;
2,4 – композиционный материал по композиционному материалу.

УДК 535.211:669.017

Хвиевич В.М., Онысько С.Р., Якушевич С.

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЛАЗМЕННОГО ИСТОЧНИКА НАГРЕВА НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ СТРУКТУРЫ СТАЛИ 40Х

Введение

Детали и узлы многих механизмов и машин в процессе эксплуатации подвергаются многофакторному внешнему воздействию, например, динамическим нагрузкам, изгибным моментам, трению.

Как известно [1, 2], поверхностный слой является наиболее нагруженным. Для повышения надежности и долговечности элементов используются методы, позволяющие формировать структуры поверхностного слоя с высокой прочностью и сохранением вязкости сердцевины изделия. Такие методы основаны на применении концентрированных источников энергии, имеют широкие технологические возможности благодаря высокой производительности процесса.

Сравнение экономических параметров трех наиболее употребляемых методов поверхностного упрочнения металлоизделий (применение лазерного и электронного лучей, сжатой плазменной струи) показывает, что экономичнее применение сжатой плазменной струи [3].

В этой связи интересно изучить условия, при которых может быть использована плазменная термообработка для процесса упрочнения металлоизделий.

В настоящей работе исследованы особенности упрочнения, структурные изменения и свойства поверхностного слоя легированной стали 40Х в зависимости от технологических параметров процесса такой обработки.

Таблица 1

Химический состав, %											
C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	W	V	Ti	Cu
0,36-0,45	0,5-0,9	0,17-0,37	max 0,035	max 0,035	0,8-1,2	max 0,3	max 0,1	max 0,2	max 0,05	max 0,05	max 0,25

Онысько Сергей Романович, ассистент каф. СМ и ТМ Брестского государственного технического университета. Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Якушевич Сергужи, кандидат технических наук Белостокского технического университета, Республика Польша.

ВЫВОДЫ

1. Разработана технология нанесения износостойких слоев на основе порошков карбида вольфрама и медьсодержащей матричной связки на контактные поверхности стальных колец узлов трения гидромашин.
2. Исследованы структурные свойства и триботехнические характеристики композиционного покрытия контактных колец торцовых уплотнений и осевых опор скольжения. Показана высокая эффективность их применения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Поляк М.С. Технология упрочнения Т.1 и Т.2. – М.:Машиностроение, 1995.
2. Старосельский А.А., Гаркунов Д.Н. Долговечность трущихся деталей машин. – М.: Машиностроение, 1967.
3. Гаркунов Д.Н., Крагельский И.В., Поляков А.А. Избирательный перенос в узлах трения. – М.: Транспорт, 1969.
4. Гаркунов Д.Н. Триботехника, износ и безызносность. – М.: Издательство МСХА, 2001.
5. Голуб В.М., Плескачевский Ю.М. Износостойкие покрытия рабочих поверхностей колец пар трения торцовых уплотнений на основе разнозернистых порошков карбида вольфрама.//Материалы, технологии, инструменты. – №4, Т.6, 2001.