

УДК 621.771:669.14.018.29

## О НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ СТАНОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УЛЬТРАЗВУКА И МИНЕРАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ ПАР ТРЕНИЯ

*Ю. В. Холопов, д-р техн. наук., профессор, С. Ю. Лазарев, инженер,  
Северо-Западный заочный государственный технический университет,  
Центр ультразвуковых технологий (Санкт-Петербург)*

Технологии с использованием ультразвука и минеральных покрытий пар трения являются наиболее перспективными для решения основных проблем механических систем: повышения износостойкости и уменьшения потерь мощности на преодоление сопротивления трению.

Как показывает десятилетняя практика эксплуатации отдельных групп технических систем (поршневых машин различных типов, узлов приборов, крупных машин типа турбокомпрессоров, силовых зубчатых передач, кузнечно-прессового оборудования, станочного оборудования), за счет формирования на поверхностях трущихся деталей минеральных покрытий с требуемыми свойствами, даже в процессе эксплуатации техники удается в ряде случаев добиваться существенного уменьшения механических потерь в парах трения и многократного снижения скорости изнашивания механизмов.

Особое значение эта технология приобретает на крупных машиностроительных, предприятиях, где энергопотребление основного технологического оборудования и затраты на его ремонт составляют одну из основных статей расходов производства.

В 1999-2001 гг. были проведены работы по модификации станочного оборудования на ряде предприятий России и ближнего зарубежья: «Подъемтрансмаш», Фольгопрокатный завод, Калужский турбинный завод, БСЗ ЗАО «Атлант» (Белоруссия) и др. В ходе этих работ определялись не только новые технические параметры машин, но и некоторые экономические показатели их работы после модификации. Были модифицированы станки разных типов и назначения (табл. 1). При этом использовались четыре вида минеральных материалов; поверхности на парах трения формировались, в основном, в процессе эксплуатации агрегатов при их технических ос-

мотрах, по специальным методикам.

Ниже приведены результаты экспериментальных исследований.

**Экономия электроэнергии.** Экономия электроэнергии зависит от конструкции станка и количества механических передач. Среднее снижение энергопотребления для станков малой мощности — зубонарезных и токарных находится в пределах 5-15 %. Для крупных агрегатов, с большим количеством зубчатых передач (листогибочное оборудование, мощные станки) снижение энергопотребления составило 10-30 % от потребляемой мощности. Механический КПД некоторых лис-топравильных машин по паспорту составляет 0,60-0,65. Полученные данные показывают, что механические потери агрегатов снижаются в 7 раз.

Таблица 1

Вид станков и оборудования	Модели
Зубонарезные (зубодолбежные, зубофрезерные, зубострогальные, реечные)	КС-52М5, 5342, OF10, FO16, 5В161П, 53А3ОП, 53А11, FWZ500, 5А250П, 5К328А, 5А3У2П
Токарно-винторезные	163, 9Н14-С3, 1М63-101, 1К62, 16Н20
Расточные	НС-64, 2556
Продольно-строгальные	7228, 7278
Радиально-сверлильные	2М58-1
Листогибочные и листорезные агрегаты	ScTR25/3150, РКХА, ВМ-3, ВМ-5 SV40/4000/630, СЮЗ-129, НА 3225-01
Фрезерные	1544

Снижают свое значение и пусковые токи механизмов станка. Так, на крупном продольно-стро-

гальном станке модели 7278 получено снижение этого параметра на 11-32 % от исходного значения, что привело к снижению динамической мощности при пуске на 8-18 кВт. Естественно, что снижение расхода электроэнергии способствует более длительному сроку эксплуатации электрических сетей и оборудования цехов.

**Восстановление изношенных поверхностей.** Технология нанесения минеральных покрытий на трущиеся детали машин позволяет восстанавливать в определенных пределах зазоры в парах вал—втулка или подшипниках и выборки на плоских поверхностях, например на направляющих, без вывода станка из эксплуатации.

При восстановлении зазоров в паре шпindelь—втулка шпинделя станка НС-64 были получены результаты, приведенные в табл. 2. Измерения проводились микрометрической стойкой специалистами-метрологами заводской лаборатории.

Одной из основных проблем эксплуатации станочного оборудования и, в частности токарных станков, является выработка направляющих. У токарных станков часто наблюдается так называемый «провал» направляющих около шпинделя, достигающий 0,08-0,1 мм. Для устранения этого дефекта на различных станках был применен метод нанесения минеральных материалов.

Токарный станок модели 16М30 имел выработку направляющей у шпинделя до 0,07 мм. После ее заделки минеральными материалами под воздействием веса суппорта эта выработка уже составила 0,02 мм. Измерения проводились мерными шупами.

Таблица 2

Измеряемая величина	Исходное значение	После восстановления пары трения
Люфт на конце шпинделя на вылете 1600 мм при нагрузке 70 кгс, мм: вверх вниз	0,25 0,20	0,09 0,08
То же на вылете 800 мм, мм: вверх вниз	- -	0,06 0,05
Относительное изменение диаметра шпинделя от базы на конце шпинделя, мм база—нерабочий конец шпинделя	0,000/0,001	0,000/0,001
пояс 1	0,040/0,050	0,020/0,030
пояс 2	0,040/0,050	0,020/0,030
пояс 3	0,030/0,040	0,010/0,020

*Примечание:* В последнем случае измерения производились в двух плоскостях.

После общего восстановления направляющих на станке 9Н14-С3 произошло смещение оси задней бабки на величину 0,02 мм от исходного положения, что свидетельствовало о наращивании боковых граней направляющих.

Фрезерный станок модели 1544 имел изношенные направляющие со значительными выборками, составляющими 65 % площади поверхности. После проведения восстановительных работ площадь пятна контакта увеличилась до 90-95 %, а повреждения, вызванные попаданием стружки, оказались заделанными.

Следует отметить, что все эти мероприятия были выполнены без вывода станков из эксплуатации.

**Увеличение ресурса узлов станков.** Технология минеральных покрытий позволяет увеличивать ресурс практически всех пар трения и, в частности, таких деталей, как сменные шестерни гитар зуборезных станков, останавливая их износ, а также повышать ресурс рядовых подшипников примерно в 4-5 раз.

При применении комплексной технологии формирования пар трения в процессе изготовления новых изделий достигается интенсивность износа пар трения  $8,9 \times 10^{-14}$ , что примерно в 50 раз ниже существующих аналогов.

**Экономические показатели.** По имеющимся данным, энергопотребление силового оборудования среднего машиностроительного завода с числом работающих 1500-2000 чел. и выпускающего продукцию с высоким уровнем механообработки составляет 700 000 кВт электроэнергии в месяц. Экономия 105 000 кВт электроэнергии в месяц для такого завода следует признать вполне значимой.

Стоимость капитального ремонта станка типа НС-64 (на 2000 г.) с изготовлением и заменой шпинделя на специализированном заводе составляет не менее 1 200 000 руб. С выводом станка из эксплуатации на 1 мес. стоимость подобного ремонта своими силами на заводе, где есть соответствующее оборудование составляет примерно 300 000 руб.. Восстановление размеров при помощи технологии минеральных покрытий осуществляется за два рабочих дня при участии двух слесарей и одного метролога; восстановление поврежденных станин и направляющих производится в свободное от выполнения производственных заданий время силами двух человек в течение 8 ч.

**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 <sub>7</sub> C <sub>3</sub>	43-45	51-53
280X8Ф7С2Г6		26	МOM <sub>7</sub> C <sub>3</sub>	44-46	51-53
300X8Ф7С2Г4	Мартенситно-аустенитная	28	MC+M <sub>7</sub> C <sub>3</sub>	50-52	58-60
360X9Ф7С2Г4		34	MC+M <sub>7</sub> C <sub>3</sub>	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-