

УДК 621.792

РЕМОНТ СОЕДИНЕНИЯ «ВАЛ–ПОДШИПНИК» В ШПИНДЕЛЬНЫХ УЗЛАХ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ ПОЛИМЕРНЫМИ НАНОКОМПОЗИЦИЯМИ

Кильдеев Тимур Анверович

*Магистрант 2-го года обучения
кафедра «Технологии обработки материалов»
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.С. Кононенко
Доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии обработки материалов»*

Задачей процессов технического обслуживания и ремонта металлообрабатывающего оборудования является обеспечение надежности станков, то есть поддержание в течение всего срока эксплуатации точности и качества обработки. Долговечность и работоспособность шпиндельного узла определяется, в первую очередь, состоянием подшипников и посадочных поверхностей шпиндельного вала [1].

Исходя из результатов компьютерного моделирования, можно утверждать, что наибольшие нагрузки в шпиндельном узле (далее – ШУ) воспринимают тела качения подшипников, а также буртик переднего торца шпинделя и прилегающая к нему часть посадочной поверхности. Нагрузки на посадочную поверхность стакана передней опоры корпуса ШУ не столь значительны.

Использование анаэробных герметиков с целью создания прослойки между сопрягаемыми поверхностями в соединении «вал-подшипник» может быть актуально как при изготовлении нового шпиндельного узла, так и при ремонтных работах.

Долговечность посадок подшипников качения, восстановленных полимерными композициями, определяется деформационно-прочностными свойствами композита, прежде всего его выносливостью и прочностью при циклическом нагружении.

Специфика процессов ремонта и эксплуатации шпиндельного узла обуславливает необходимость тщательного подбора ремонтных составов и наполнителей. С учетом того, что зазор между внутренним кольцом подшипника и изношенной посадочной поверхностью вала может составлять до 5...15 мкм, предпочтение следует отдавать анаэробным герметикам, предназначенных для работы в соединениях с малым зазором и даже с легким натягом [2]. Специалисты ФГУП «НИИ химии и технологии полимеров имени академика В. А. Каргина с опытным заводом» отмечают, что составы с малой кинематической вязкостью имеют наилучшие характеристики заполнения зазоров величиной 0...0,02 мм.

Для приготовления ремонтных композиционных составов выбраны полимерные анаэробные материалы Loctite-601 и Унигерм-7, а также нанонаполнители – оксиды кремния и алюминия. В работе определены оптимальные концентрации наноразмерных частиц и получены кривые, показывающие зависимость относительного увеличения модуля упругости от объемной доли наполнителя для выбранных составов наноконпозиций.

Для полимерного состава, работающего в соединении «шпиндель – внутреннее кольцо подшипника», показательной является оценка адгезионной прочности по нормальным разрушающим напряжениям согласно ГОСТ 14760-69. Результаты исследований представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Комбинация	Концентрация, %			
	0.0	0.5	1.0	1.5
Унигерм-7 + SiO ₂	15.0	16.2	16.9	16.9
Унигерм-7 + Al ₂ O ₃	15.0	16.5	15.8	15.4
Loctite-601 + SiO ₂	16.8	17.7	18.0	17.7
Loctite-601 + Al ₂ O ₃	16.8	19.8	17.8	17.2

Анализ экспериментальных данных показал, что смешивание анаэробного герметика Унигерм-7 с нанопорошком оксида кремния, при концентрации наполнителя 1%, позволило добиться увеличения значения нормальных разрушающих напряжений у композиции на 12,7%, добавление в этот же полимер нанопорошка оксида алюминия при концентрации 0,5% обеспечило увеличение прочности состава на 10%. Смешивание зарубежного состава Loctite-601 с нанопорошками оксидов кремния и алюминия позволило увеличить прочность исходного состава на 6,5% и 17,2% соответственно (при концентрациях наполнителей 1% и 0,5% соответственно). Дальнейшее повышение концентраций нанонаполнителей показывало незначительное снижение прочности состава. Предположительно, это снижение связано с проявлением слабых сил Ван-дер-Ваальса не только между молекулами полимера и наполнителя, но и между частицами наполнителя. С ростом концентрации наночастиц в смеси повышается вероятность их агрегации друг с другом или с другими частицами, что снижает степень влияния на повышение прочности клеевой прослойки [3, 4].

Таким образом, применение анаэробных герметиков является перспективным направлением в области ремонта шпиндельных узлов. Использование наполнителей позволило повысить прочность отечественного полимерного состава Унигерм-7 до уровня зарубежного аналога.

Литература

1. Шестернинов А.В. Конструирование шпиндельных узлов металлорежущих станков: учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2006. – 96 с.
2. Компания NSK (Япония). Каталог сверхпрецизионных подшипников фирмы NSK: сайт. Режим доступа: www.nskeurope.ru (дата обращения 22.09.2018)
3. Особенности восстановления шпиндельных валов металлорежущих станков полимерными материалами и наноконпозициями на их основе / А.С. Кононенко, Т.А. Кильдеев, А.А. Соловьева // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2018. № 10. С. 3–8.
4. Адгезионная прочность герметиков и наноконпозиций на их основе / А.С. Кононенко, С.М. Гайдар // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2011. № 6. С. 38–42.