

– применение для сосудов, изготовленных из сталей, склонных к перегреву (в первую очередь, высоколегированных сталей ферритного класса);

– применение для сосудов, изготовленных из сталей, склонных к подкалке при сварке (изготовленных из высоколегированных сталей мартенситного класса и теплоустойчивых сталей);

– применение для сосудов любого материального и конструктивного исполнения в случае несоответствия материала сосуда (в том числе металла шва и зоны термического влияния) по твердости требуемому диапазону, указанному в Правилах устройства и безопасной эксплуатации сосудов, с учетом марки стали.

Разрабатываемая методика, а также ее элементы и основные используемые методы были использованы при выполнении ряда работ, по исследованию причин трещинообразования и разрушений на ряде ответственных конструкций для различных предприятий и организаций Республики Беларусь.

УДК 621.82: 621.89: 544.72

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИ ИСПЫТАНИИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ СМАЗОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С НАНОСТРУКТУРНЫМИ АЛМАЗАМИ

В.Ю. Блюменштейн, д-р техн. наук, проф., Л.Н. Образцов, аспирант
Кузбасский государственный технический университет
(г. Кемерово, Российская Федерация)

Контактная долговечность подшипников качения определяется свойствами поверхностных слоев дорожек и тел качения и условиями эксплуатационного нагружения.

Свойства поверхностного слоя дорожек качения подшипников формируются в процессе изготовления. При этом механические свойства определяются химическим составом, исходными свойствами металла, режимом термической обработки и др., а микрогеометрия, в основном, формируется на шлифовальной и полировальной операциях. В соответствии с теорией технологического наследования в процессе механической обработки в поверхностном слое дорожки качения происходит постепенное накопление деформаций и исчерпание запаса пластичности металла. В процессе термической обработки происходит частичное или полное «залечивание» образовавшихся дефектов и восстановление свойств. Последующее шлифование и полирование приводит к накоплению новых свойств, распространяющихся на определенную глубину.

Проведено моделирование и численные расчеты накопленных деформаций и исчерпания запаса пластичности металла дорожек качения колец подшипника

на стадиях механической обработки. Наследуемые свойства положены в основу расчетов контактной долговечности подшипника.

Для проведения испытаний на долговечность была взята партия подшипников типа 180208А. Методика испытаний предполагала различное время работы подшипников для выявления закономерностей накопления деформаций и исчерпания запаса пластичности. Испытания проводились в условиях использования в подшипниках пластичной смазки с наноструктурными алмазами.

Основной способ получения наноалмазов – взрывной синтез. Эта технология основана на детонационном превращении углеродосодержащих взрывчатых веществ с отрицательным кислородным балансом. Продуктом такого превращения является углеродная шихта, содержащая от 20 до 60 % наноалмазов с примесью так называемых неалмазных форм углерода (микрографит, сажа). В Кемеровском филиале Института химии твердого тела и механохимии СО РАН был разработан метод выделения и очистки ультрадисперсных алмазов. Полученные ультрадисперсные алмазы отличаются повышенной дисперсностью и однородностью со стабильным размером частиц ($4,3 \pm 0,4$ нм) и не подвержены графитизации при длительном хранении и использовании.

Исследования показали, что при использовании в пластичной смазке наноалмазов происходит снижение шероховатости дорожки качения подшипника по сравнению с использованием смазки без модификатора. В среднем шероховатость ниже на 30%, а это обуславливает более высокие эксплуатационные характеристики подшипника качения, и всего механизма в целом.

Исследования, проведенные на растровом сканирующем микроскопе JEOL JSM 6390 LA и нанотехнологическом комплексе «УМКА», показали, что при контактном усталостном нагружении продолжается накопление деформаций и происходит исчерпание запаса пластичности металла, что проявляется в появлении раковин, ямок, оспин; происходит местное выкрашивание поверхности дорожки качения.

При этом наноалмазы, имеющие свойства мощного структурообразователя, обеспечивают дисперсионное упрочнение композиции, и проявляют себя, с одной стороны, как подшипники при высоких нагрузках, вследствие непосредственного контакта металла тела и дорожки качения. С другой стороны, наноалмазы замедляют разрушение поверхностного слоя дорожки качения, заполняя трещины и благодаря собственному заряду удерживают ее от дальнейшего развития.

Полученные закономерности положены в основу методики расчета контактной долговечности с учетом технологического наследования в условиях применения смазок с наноалмазами.