

УДК 621.792

## ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОЛИМЕРНЫМИ НАНОКОМПОЗИЦИЯМИ

Карина Рамизовна Ахмедова

*Студентка 4 курса, бакалавриат,*

*кафедра «Технологии обработки материалов»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А. С. Кононенко,*

*доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии обработки материалов»*

Шпоночные соединения являются одними из самых ответственных соединений любой машины. Они позволяют передавать крутящий момент в сопряжении типа «вал-деталь». Выход такого соединения из строя обычно приводит к выбраковке вала, который является дорогостоящей деталью, технологически сложной в изготовлении. Поэтому восстановление шпоночных соединений остается актуальным вопросом.

Основными причинами выхода из строя шпоночных соединений являются износ и смятие шпонок и паза, возникающие из-за наличия микросмещений в сопряжении и различного рода нагрузок.

Существует несколько способов восстановления шпоночных соединений: наплавка кромки паза с последующей механической обработкой, заварка паза с последующим формированием нового, установка шпонок увеличенного размера (или установка ступенчатых шпонок), изготовление нового паза под углом 90–120° с заваркой старого паза, изготовление нового паза без заварки старого под углом к нему 90, 135 или 180°. Данные способы широко применяют в настоящее время, но они всё же обладают рядом недостатков: требуют высокой квалификации персонала, не обеспечивают высокой точности и качества, не всегда являются экономически выгодными.

В данной работе предлагается использовать способ восстановления шпоночных соединений, основанный на применении полимерных наноконпозиций. По данным ГОСНИТИ, применение полимерных материалов при проведении ремонтных работ способно снизить себестоимость ремонта на 15–20 %, расход материала на 40–50 %, трудоёмкость работ на 20–30 % [2], что достигается благодаря высоким эксплуатационным и физико-химическим свойствам полимерных составов [1]. Таким образом, технология с применением полимерных композиций обладает рядом преимуществ: не требует дорогостоящего оборудования, обладает низкой трудоёмкостью и позволяет повысить ресурс соединения. К тому же полимерные материалы исключают тепловое воздействие на соединение и обеспечивают защиту от фреттинг-коррозии. Тем не менее полимеры не лишены недостатков: склонность к старению, изменение свойств под действием нагрузки, ползучесть, большой тепловой коэффициент линейного расширения [4]. Эти недостатки можно снизить или полностью исключить посредством введения в полимер наполнителей различного типа.

В качестве наполнителей для полимеров чаще используют твёрдые порошки. Их подразделяют на неактивные (замещают частицы полимера и меняют его цвет) и активные (меняют свойства полимера). Но обычные наполнители, повышая одни свойства материала, могут ухудшать другие. Поэтому в настоящее время используются нанонаполнители, которые благодаря высокой поверхностной энергии способствуют повышению смачиваемости и адгезии, прочности и эластичности, а также устойчивости полимерных материалов к износу, коррозии, истиранию и старению [3].

На российском рынке существует множество марок полимерных составов: Анатерм, Анакрод, Унигерм, Полирем, ЛЕО (Россия); "THREE BOND" (Япония), Loctite (США), Diamant metallplastic GMBH (Германия). И каждый производитель стремиться не только улучшить свойства своей продукции, но и предложить свою технологию восстановления для каждой группы соединений. Следует отметить, что для восстановления деталей машин чаще используются анаэробные и эпоксидные полимерные составы. Анаэробные составы способны полимеризоваться в условиях отсутствия кислорода, их используют для фиксации соединений, компенсации вибрационных нагрузок и для избежания фреттинг-коррозии. Эпоксидные составы используют для заделки трещин, пробоин и крупных дефектов. В настоящее время имеется множество технологий восстановления шпоночных соединений с применением данных полимерных составов, но предлагается наиболее универсальная технология, обеспечивающая надёжность и долговечность восстановленного соединения.

Технология подразумевает сортировку деталей соединения после очистки и дефектации на три группы: детали с износом до 0,2 мм, более 0,2 мм, но менее 0,5 мм, и с износом более 0,5 мм и трещинами, восстанавливаемые традиционными методами (наплавкой, механической обработкой). Детали первой группы восстанавливают с применением только анаэробных полимеров, а второй группы – и анаэробных и эпоксидных составов.

Таким образом, шпоночные соединения – одни из самых ответственных элементов машин. Возможность их восстановления позволяет определить ремонтпригодность всей машины. Они определяют долговечность и надёжность узла. Предлагаемая технология восстановления шпоночных соединений с применением полимерных нанокомпозиций позволит повысить экономическую эффективность ремонтных работ и ресурс восстановленных деталей. А для получения специальных механических и эксплуатационных свойств предлагается использовать различные варианты наноуполнителей.

## Литература

1. *Кононенко А.С.* Восстановление посадочных мест под подшипники качения в корпусных деталях машин полимерными нанокомпозитами [Текст] / *А.С. Кононенко, И.А. Кузнецов* // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 124. № 2. С. 81–85.
2. Руководство по применению полимеров при ремонте машин [Текст]. – М.: Изд-во ГОСНИТИ, 1988. – 30 с.
3. *Кононенко А.С.* Адгезионная прочность составов холодного отверждения и нанокомпозиций на их основе [Текст] / *Кононенко А.С., Дмитраков К.Г.* // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2016. № 11. С. 10–14.
4. *Баурова Н.И.* Полимерные материалы для ремонта машин: методические указания / *Н.И. Баурова.* – М.: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2009. – 46 с.
5. Технология ремонта машин: учебник [Текст] / *Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, В.С. Новиков, Н.А. Очковский* и др. – М.: Изд-во УМЦ «Триада», 2006. – Ч. 2. – 348 с.