

УДК 621.822.6.004.67: 668.3: 631.3.02

**СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ
ВОССТАНОВЛЕННЫХ ЦИАНАКРИЛАТНЫМ КЛЕЕМ ТК-200**

Тонких Татьяна Динаровна

студент

Псарев Дмитрий Николаевич

кандидат технических наук, доцент

psarev_380@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты стендовых испытаний подшипниковых узлов восстановленных цианакрилатным клеем ТК-200.

Ключевые слова: восстановление, долговечность, подшипник, полимер, покрытие.

Испытания на долговечность неподвижных соединений [1-4] проводили на вибростенде, основу которого составляет электромеханический вибратор ИВ-107А (рисунок 1), создающий циклическое нагружение на неподвижные соединения «вал-подшипник», восстановленные цианакрилатным клеем ТК-200.

Вибратор является асинхронным короткозамкнутым электродвигателем. На концах вала ротора установлены дебалансы, создающие возмущающие колебания. Вибратор крепится к двум металлическим плитам, массой 50 кг каждая. Размеры плит $500 \times 500 \times 25$ мм. Нижняя плита опирается на четыре винтовые пружины, которые установлены во втулках металлического основания. Размеры основания $500 \times 500 \times 10$ мм, а высота пружин 121 мм. Для исключения перемещения стенда при работе под металлическое основание проложен резиновый коврик.



Рисунок 1 – Вибростенд

Амплитуда колебаний вибратора с плитами, составляла 1,4 мм. Радиальная нагрузка на каждый подшипник 209 составляла 20 кН [5, 6]. Частота вращения ротора составляет 3000 мин^{-1} . Для регистрации количества циклов нагружения использовали счетчик, который соосно соединен с ротором вибростенда.

Наружные кольца подшипников запрессовывали в посадочные отверстия щитов с нулевым натягом.

Зазор в клеевом соединении до склеивания обеспечивали шлифование посадочных мест под подшипники вала стенда. Адгезив ТК-200 наносили на

внутреннее кольцо подшипника и посадочную поверхность вала. Подшипники смазывали пластичной смазкой ВНИИНП-242 (ГОСТ 20241-74).

Испытания проводили до начала сдвига внутреннего кольца подшипника относительно вала.

Исследование долговечности подшипников качения при циркуляционном нагружении колец подшипников проводили на стенде для испытания подшипников при статическом нагружении.

Расчетную долговечность L подшипников 209 определяли по формуле [6, 7]

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

где C – динамическая грузоподъемность, $C = 25700$ Н для подшипника 209 [6]; P – эквивалентная нагрузка, $P = 10290$ Н.

Расчетная долговечность подшипника 209

$$L = \left(\frac{25700}{10290}\right)^3 = 15,6 \text{ млн.об.}$$

Исследования проводили для определения ресурса и предельной толщины клеевых соединений «вал-подшипник», выполненных цианакрилатным адгезивом ТК-200 [4, 7, 8].

На рисунке 2 показан ресурс t клеевых соединений вал-подшипник 209 при различной толщине клеевого шва адгезива ТК-200.

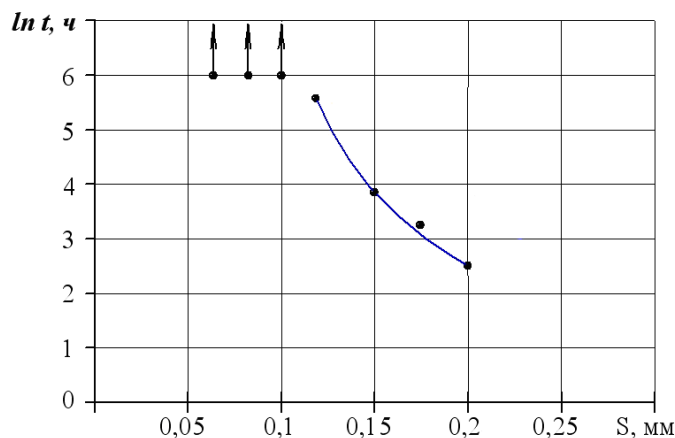


Рисунок 2 – Ресурс t клеевых соединений вал-подшипник 209 при различной диаметальной толщине S клеевого шва адгезива ТК-200

Зависимость построена в полулогарифмических координатах и имеет нелинейный характер. Такие зависимости принято называть кривыми Веллера. Стрелки с точками на конце означают, что разрушения клеевого соединения не зафиксировано [9-11]. За базу испытаний на долговечность клеевых соединений приняли $N=5,94 \times 10^7$ циклов нагружения.

В соответствии с рисунком 2, при большей толщине клеевого шва имеет место меньшая долговечность соединений. С увеличением толщины полимерного слоя растет его объем и выше вероятность возникновения различных дефектов в виде пор и микротрещин, значительно снижающих его ресурс.

При максимальной диаметральной толщине клеевого шва $S = 0,20$ мм долговечность минимальная, разрушение соединения зафиксировано после 12 ч испытаний. В соединении с меньшей толщиной клеевого шва до $S = 0,175$ мм его ресурс вырос в 1,4 раза до 17 ч. В соединении с толщиной клеевого шва $S = 0,15$ мм ресурс многократно увеличился и проворот внутреннего кольца был зафиксирован при наработке 50 ч. Уменьшение толщины клеевого шва до $S = 0,125$ мм приводит к дальнейшему значительному повышению долговечности до 185 ч. При толщине клеевого шва $S = 0,10$ мм в течение всего времени испытаний (330 ч) работы стенда разрушения клеевого соединения не наблюдалось. Максимальная допустимая толщина клеевого соединения из адгезива ТК-200, обеспечивающая безотказную работу восстановленного неподвижного соединения «вал-подшипник» при циклической нагрузке $P = 20$ кН, составляет $h = 0,05$ мм (размер клеевого шва на сторону).

Испытания на выносливость показали, что неподвижные соединения «вал-подшипник», восстановленные цианакрилатным клеем ТК-200, имеют высокую долговечность при циклическом нагружении. Установлена максимально допустимая толщина клеевого шва адгезива ТК-200, обеспечивающая безотказную работу восстановленного неподвижного соединения «вал-подшипник», которая составляет $h = 0,05$ мм (размер клеевого шва на сторону).

Список литературы:

1. Чичинадзе, А. В. Полимеры в узлах трения машин и приборов [Текст]: Справочник / А. В. Чичинадзе, А. Л. Левин, М. М. Бородуллин, Е. В. Зиновьев; Под общ. ред. А. В. Чичинадзе – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.
2. Хайлис, Г. А. Исследования сельскохозяйственной техники и обработка опытных данных [Текст] / Хайлис Г. А., Коваль М. М.; – М.: Колос, 1994. – 169 с.
3. Кононенко, А.С. Стойкость к старению и вибрационным нагрузкам полимерного композиционного материала на основе анаэробного герметика «АН-111» / А.С. Кононенко, Д.Н. Псарев, А.Б. Рожнов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2019. – № 5 (93). – С. 4-8.
4. Псарев, Д.Н. Исследование модуля упругости эластомера Ф-40 и его модификации Ф-40С / Д.Н. Псарев, П.С. Скородумов, С.Н. Ложков // В сб.: Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2020. – С. 191-194.
5. Вибраторы электромеханические общего назначения ИВ-98Б, ИВ-98Н, ИВ-99Б, ИВ-99Н, ИВ-99Б-П, ИВ-105-2.2, ИВ-107А, ИВ-107Н, ИВ-107А-П, ИВ-107А-1.5 [Текст]: Руководство по эксплуатации 2-1.003 РЭ. – Ярославль, 2003 г.
6. Исследование деформационно-прочностных свойств клеевых соединений и оптимизация состава композиции АН-112 / Д.Н. Псарев, В.В. Зайцев, А.Б. Сергеев [и др.] // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 4. – С. 272.
7. Перель, Л.Я. Подшипники качения: Расчет, проектирование и обслуживание опор [Текст]: Справочник / Перель Л.Я.; - М.: Машиностроение, 1983. - 543 с.
8. Кузнецов, М.М. Восстановление неподвижных соединений

подшипников качения в узлах машин современными клеями [Текст] / Ли Р. И., Бутин А. В., Кузнецов М. М. // Труды ГОСНИТИ. М.: Изд-во ГОСНИТИ, т. 111, ч. 2, 2013. – С. 98-100.

9. Исследование состава и свойств обкаточного масла, получаемого на основе отработанного моторного масла / В.В. Остриков, В.И. Вигдорович, С.Н. Сазонов, Д.Н. Афоничев, К.А. Манаенков // Химия и технология топлив и масел. - 2017. - № 5 (603). - С. 11-16

10. Псарев, Д.Н. Способы получения полимерных композиционных материалов / Д.Н. Псарев, В.В. Зайцев // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 4. – С. 273.

11. The technique of automated applying of polymer coatings used for repair of tractor parts / D. Psarev, V. Khatuntsev, M. Mishin, S. Astapov, A. Rozhnov // В сб.: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019. – 2019. – С. 012011.

UDC 621.822.6.004.67: 668.3: 631.3.02

**BENCH TESTS OF BEARING UNITS
RESTORED WITH CYANACRYLATE GLUE TK-200**

Tonkih Tatiana Dinarovna

student

Psarev Dmitry Nikolaevich

psarev_380@mail.ru

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Michurinsk State Agrarian University,

Michurinsk, Russia

Annotation. The article presents the results of bench tests of bearing assemblies restored with cyanacrylate glue TK-200.

Key words: restoration, durability, bearing, polymer, coating.