

УДК 621.822.6.004.67: 668.3: 631.3.02

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ НЕПОДВИЖНЫХ  
СОЕДИНЕНИЙ ПОДШИПНИКОВ, ВОССТАНОВЛЕННЫХ  
ПОЛИМЕРНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ**

**Сергеев Борис Борисович**

студент

**Псарев Дмитрий Николаевич**

кандидат технических наук, доцент

[psarev\\_380@mail.ru](mailto:psarev_380@mail.ru)

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования долговечности неподвижных соединений подшипников, восстановленных полимерными материалами.

**Ключевые слова:** восстановление, деформация, подшипник, полимер, покрытие.

В процессе эксплуатации подшипники качения в узлах сельскохозяйственной техники подвергаются воздействию динамических нагрузок, изменяющихся с течением времени по значению и направлению. Данный вид нагружения называется циклическим. Различают следующие виды циклов нагружения: 1) знакопостоянный цикл (рисунок 1, а) – напряжение меняет только числовое значение; 2) знакопеременный цикл (рисунок 1, б) – цикл в котором напряжение меняется по знаку и значению; 3) постоянное напряжение (рисунок 1, в); 4) пульсирующий (отнулевой) цикл (рисунок 1, г) – знакопостоянный цикл в котором напряжение меняется от нуля до максимального значения; 5) симметричный цикл (рисунок 1, д) – знакопеременный цикл в котором абсолютные значения максимальных напряжений различного знака равны.

Наибольший интерес представляет определение предела выносливости при симметричном цикле, так как при этом виде нагружения получают его наименьшее значение [1]. В этой связи использовали методику стендовых испытаний на долговечность неподвижных соединений подшипников качения, восстановленных полимерными материалами, предусматривающую симметричный цикл нагружения последних.

Долговечность неподвижных соединений определяли на стенде (рисунок 2), изготовленном на базе электромеханического вибратора ИВ-22 (ТУ-22-4660-80).

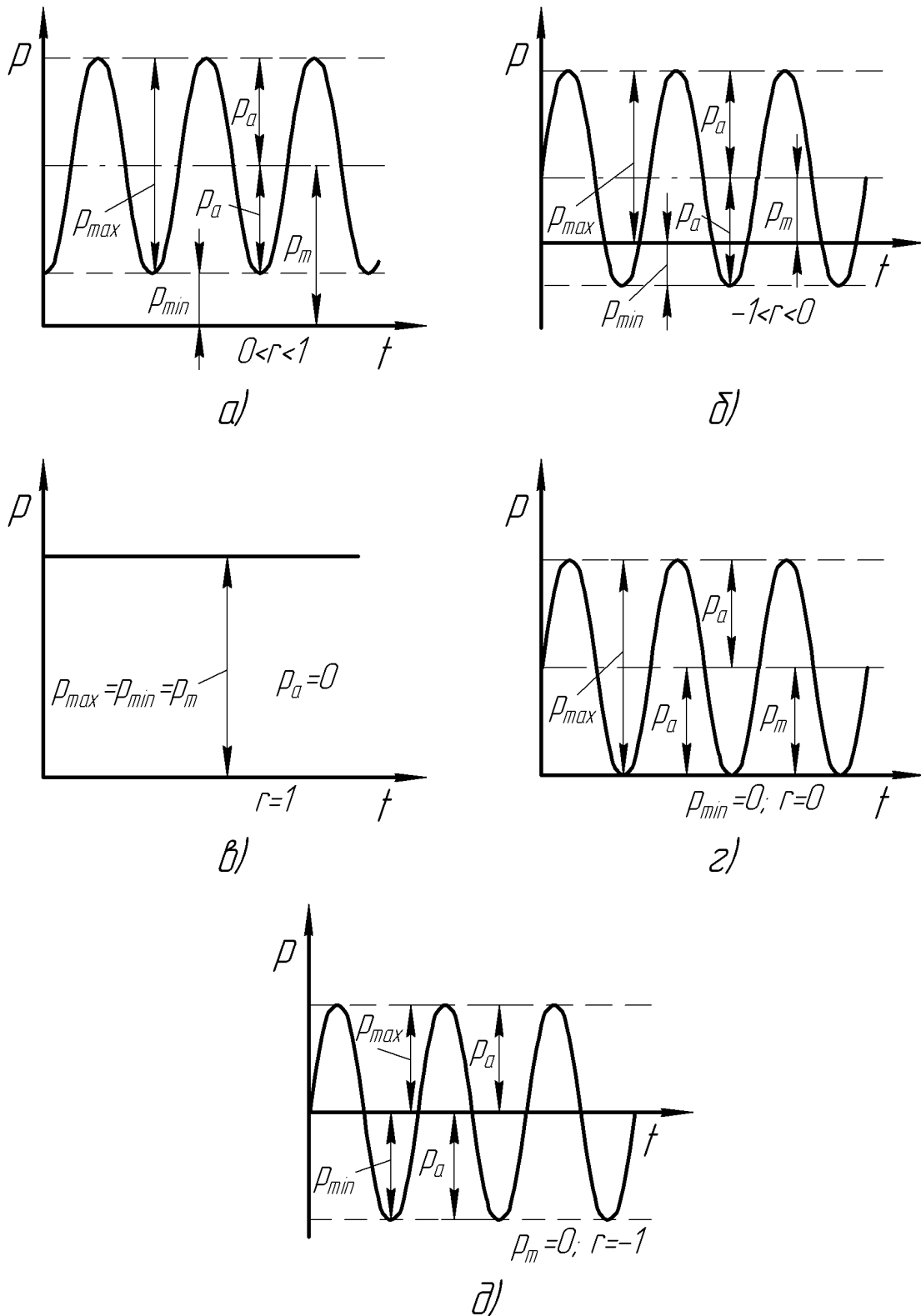


Рисунок 1 – Виды циклических напряжений: а) знакопостоянный цикл; б) знакопеременный цикл; в) постоянное напряжение; г) пульсирующий (отнулевой) цикл; д) симметричный цикл

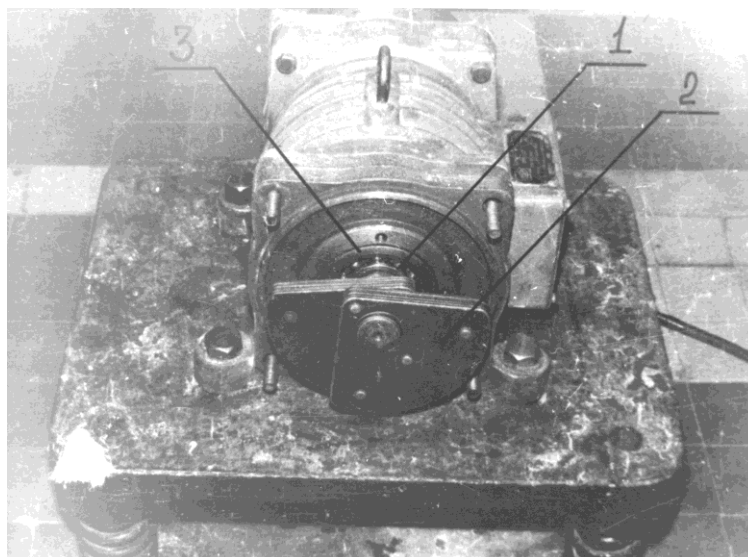


Рисунок 2 – Стенд для испытаний на долговечность при динамическом нагружении неподвижных соединений подшипников качения, восстановленных полимерными материалами: 1 – подшипник 208; 2 – дебалансы; 3 – кольцо; 4 – плита; 5 – пружина

За критерий долговечности неподвижного соединения, восстановленного полимерным материалом, принимали наработку до начала сдвига наружного кольца подшипника в посадочном отверстии [2]. Регистрацию сдвига осуществляли с помощью специального приспособления, обеспечивающего световую сигнализацию начала сдвига и учет числа оборотов кольца подшипника [3, 4].

По методике за базу принимали  $N_6 = 5,94 \times 10^7$  циклов нагружения [5, 6]. Для определения максимально допустимой толщины полимерного покрытия или клеевого шва исследовали восстановленные неподвижные соединения подшипника 208 и корпусной детали с различной толщиной полимерного покрытия или клеевого шва в течение базового числа циклов нагружения. На рисунке 3 представлены результаты исследования долговечности неподвижных соединений, восстановленных анаэробными герметиками УГ-8, АН-6, АН-6К [7, 8, 9]. Стрелки вверх показывают, что в течение базового числа циклов нагружения разрушения клеевого шва не произошло и испытания были прекращены.

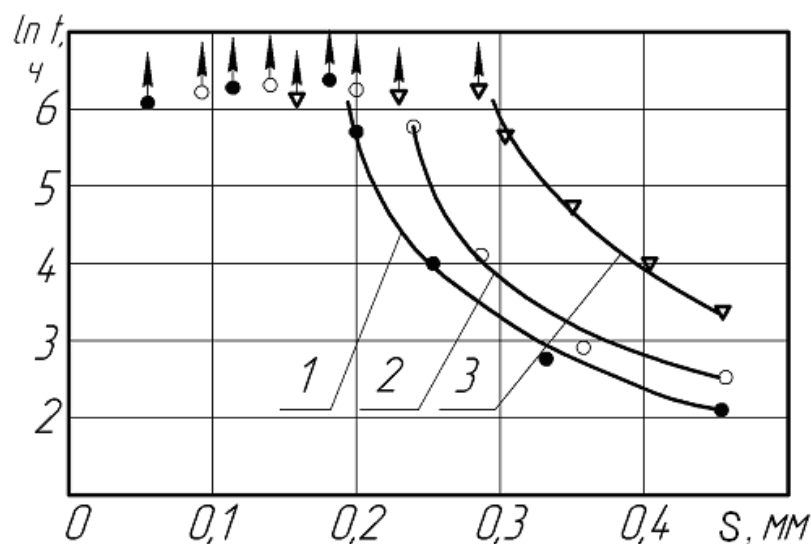


Рисунок 3 – Зависимость долговечности  $t$  неподвижных соединений от зазора в соединении до склеивания  $S$ : 1, 2, 3 – соответственно герметики УГ-8, АН-6, АН-6К

Из рисунка следует, что восстановлению анаэробными герметиками подлежат соединения с максимально допустимым износом (зазором) для УГ-8 – 0,18; АН-6 – 0,2; АН-6К – 0,27 мм.

### Список литературы:

1. Курчаткин, В.В. Восстановление посадок подшипников качения сельскохозяйственной техники полимерными материалами [Текст]: дис ... докт. техн. наук. / Курчаткин В.В. – М., 1989, – 407 с.
2. Ибилдаев, Б.А. Долговечность подшипников качения сельскохозяйственной техники с посадками, восстановленными герметиком 6Ф [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Ибилдаев Б. А. – М., 1986. – 159 с.
3. Ли, Р.И. Восстановление неподвижных соединений подшипников качения сельскохозяйственной техники полимерными материалами [Текст]: дис ... докт. техн. наук. / Ли Р. И. – М., 2001, – 340 с.
4. 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.

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

6. 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.

7. 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.

8. Исследование параметров устройства выгрузки вертикальных компостирующих установок / М.С. Колдин, В.В. Миронов, К.А. Манаенков // Вестник сельского развития и социальной политики. - 2017. - № 2 (14). - С. 24-30

9. 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

**STUDY OF THE DURABILITY OF FIXED BEARING JOINTS  
RESTORED WITH POLYMER MATERIALS**

**Sergeyev Boris Borisovich**

student

**Psarev Dmitry Nikolaevich**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

[psarev\\_380@mail.ru](mailto:psarev_380@mail.ru)

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Annotation.** The article presents the results of a study of the durability of fixed bearing joints restored with polymer materials.

**Key words:** restoration, deformation, bearing, polymer, coating.