

ДИАГНОСТИКА ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ ВО ВРЕМЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПО ТОЛЩИНЕ СМАЗОЧНОЙ ПЛЕНКИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Одной из основных причин преждевременного выхода подшипников качения из строя является не удовлетворительные условия смазки или ее загрязнение твердыми частицами. По данным [1] около 50% подшипников качения разрушается из-за нарушения условий смазки. В настоящее время в связи с требованием к повышению долговечности подшипниковых узлов, весьма актуальной становится задача оценки их технического состояния в процессе эксплуатации.

Среди многообразия численных методов проверки состояния подшипникового узла, можно выделить способ контроля наличия масляной пленки между телами качения и дорожками колец подшипников. Это можно осуществлять методом измерения электрического сопротивления масляной пленки. Известно, что электрическое сопротивление тонких масляных пленок прямо пропорционально их толщине. Для определения вероятности реализации гидродинамического или эластогидродинамического режима смазывания, при котором износ контактирующих поверхностей практически исключен, а трение минимально, используется коэффициент толщины смазочной пленки λ :

$$\lambda = \frac{h}{(R_{a_k}^2 + R_{a_t}^2)^{0.5}}, \quad (1)$$

где h -толщина смазочного слоя в контакте, мкм;

R_{a_k} , R_{a_t} средние арифметические отклонения профиля неровностей поверхностей контактирующих деталей, соответственно кольца и тела качения, мкм.

Из-за суточных перепадов температуры в смазке могут появляться капли конденсата воды, вследствие чего в зоне контакта толщина смазочного слоя разделяющего элементов качения изменяется. На изменение h влияет износ уплотнения, а также неудовлетворительная работа фильтров.

Все это приводит к тому, что через некоторое время эксплуатации частота взаимодействия микронеровностей контактирующих тел начинает возрастать. Контактное касательное напряжение увеличивается. Из работы [2] следует, что это приводит к снижению усталостной долговечности.

Ожидаемое число выступов с высотой, превышающей толщину масляной

пленки, определяется согласно интегральной зависимости [3].

$$n = N \int_h^{\infty} f(h) dh, \quad (2)$$

где N - число выступов, $f(h)$ - плотность распределения выступов.

Для данного подшипникового узла в определенных условиях работы, можно определить допустимые и критические значения температуры, а также зависимость толщины смазочного материала (h) и электрическое сопротивление ($R_{эл.}$). Эти данные сохраняются как априорное значение в памяти диагностического устройства.

Термическое сопротивление подшипника определяется из зависимости [4].

$$R_{под.} = \frac{(T_{об.} - T_г)}{Q_г}, \quad (3)$$

где $T_г$ - температура вала под подшипником; $T_{об.}$ - температура наружной обоймы подшипника; $Q_г$ - теплота, передаваемая через подшипник к валу.

При росте $R_{под}$ до $R_{под.этал}$ (эталонная) ближе к $R_{под.кр.}$ (критическая), включается контакт (K) и начинается вычисление электрического сопротивления ($R_{эл.}$), в случае если $(R_{эл.}) \leq R_{эл.кр.}$, происходит коррекция, например, подача смазки или остановка подшипникового узла в соответствии с рисунком 1.

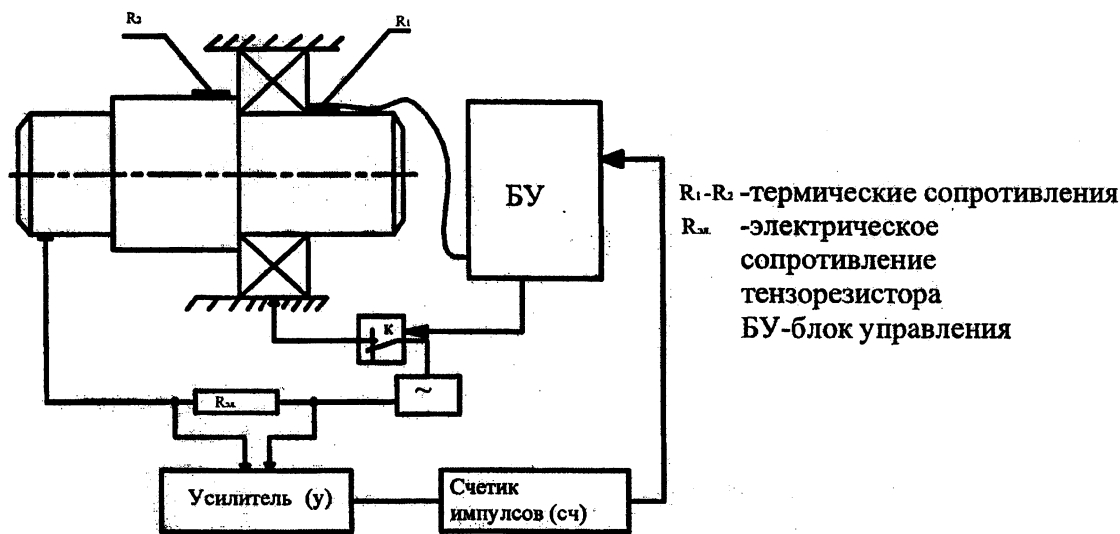


Рис. 1. Блок-схема устройства для определения режима смазки подшипника

Если во время работы подшипника толщина смазочного материала h будет гарантирована, то это позволяет исключить масляное голодание и преждевременную контактную усталость. Ниже показаны алгоритм диагностирования подшипников качения во время эксплуатации в соответствии с рисунком 2.

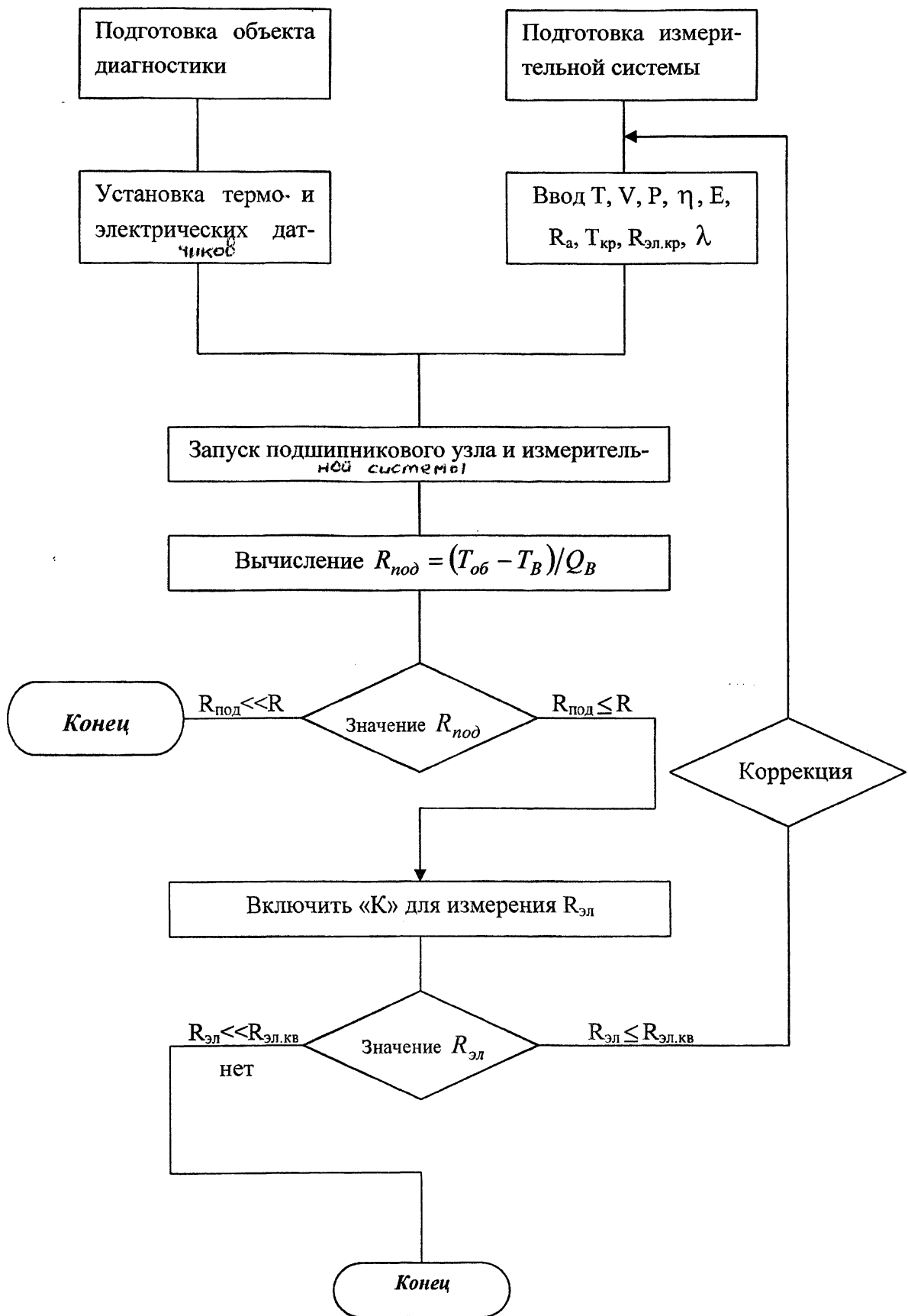


Рис. 2. Алгоритм диагностики подшипникового узла

При помощи данной схемы можно фиксировать наличие масляной пленки в зоне контакта и предупреждать наступление износа элементов качения. Измерения толщины смазочного слоя дают достоверную информацию о режимах смазки и преобладающем виде трения в подшипниках качения, что позволяет контролировать изменение вязкости и количества смазки непосредственно в зоне контакта подшипников и дают возможность более объективно подходить к выбору смазки и контролировать ее состояние.

ЛИТЕРАТУРА

1. Needle roller bearing cylindrical roller bearing Catalogue 307/INA waltzlager Scheffler oHG. Herzogenaurach, Deutchland. 1998.328p. Черменский О.Н. Особенности расчетов на контактную прочность и долговечность тяжело нагруженных деталей из закаленных сталей (например подшипников качения). Ч. 2. Качения. // Весник машиностроения . 1998, N 10. С.11-15.
3. Johnson K.L., Greenwood J.A., Poon S.Y. a simple theory of asperity contact in elastohydrodynamic lubrication. Wear, 1972, 19 N. 1, p.91-108.
4. Корнилов А. С., Поршнева Г.П. , Семенов А.Г. Оценка теплопередачи через сферический подшипник с тканевым антифрикционным покрытием в различных атмосферных условиях. // Весник машиностроения . 2002, N 7. С.18-20.