



Zerstörungsfreie Prüfungen an Gleitlagern – Umfang und Anwendungshinweise

1 Anwendungsbereich

Die folgenden Hinweise gelten für die Neufertigung von Verbundgleitlagern.

Der Grundkörper muss für die Herstellung von Verbundgleitlagern geeignet sein; Eigenschaften und Auswahl geeigneter Grundkörperwerkstoffe siehe /1/.

Die Beschichtung mit hochzinn- oder hochbleihaltigem Lagermetall erfolgt durch geeignetes Gieß- oder Schweißverfahren aus der flüssigen Phase des Lagermetalls. Keine Beschichtung durch Metallspritzverfahren.

Typische Ausführungsformen von Verbundgleitlagern sind ein- oder zweiteilige (ggfs. auch mehrteilige) Radiallager und Axiallager mit festen Laufflächen sowie Radial- und Axial-Kippsegmente. Verbundgleitlager in diesem Sinne sind auch berührungslose Dichtelemente, Ölzuführungsbuchsen sowie Gleit- und Führungselemente mit vergleichbarer konstruktiver Ausführungsform.

2 Ziele

Die genannten Prüfumfänge und Annahmekriterien stellen nicht die einzigen und ausschließlichen Kriterien für die Verwendbarkeit eines Lagers dar. Sie sollen vielmehr den Prüfer in die Lage versetzen, einen positiven Verwendungsentscheid eigenverantwortlich zu treffen. Dennoch bedingt die Nicht-Einhaltung genannter Annahmekriterien nicht zwingend die Nicht-Verwendbarkeit des Lagers. Abweichungen von den genannten Annahmekriterien sind vom technisch Verantwortlichen unter Berücksichtigung der Einsatz- und Betriebsbedingungen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Funktion und Betriebssicherheit des Lagers geeignet zu bewerten und erst dann eine Entscheidung über Verwendung des Lagers zu treffen.

Grundsätzlich sind alle genannten Annahmekriterien nicht über den gesamten Anwendungsbereich prozesssicher ohne Maßnahmen der Ausbesserung und Nacharbeit einzuhalten. Dies ist auch weder technisch erforderlich noch kommerziell sinnvoll. Für Nacharbeiten gelten selbstverständlich die gleichen Voraussetzungen wie für die ursprüngliche Beschichtung, d.h. Verwendung artgleichen Lagermetalls unter dessen Einsatzbedingungen.

3 Prüfungen

3.1 Ultraschallprüfung

Ziel: Nachweis der Bindung zwischen Lagermetall und Grundkörper im Bereich der Gleitflächen

Grundlage: ISO 4386-1

Durchzuführen am vor- oder fertiggearbeiteten Lager

Grundsätzlich Prüfklasse 3, d.h. vollständiges Prüfen der Gleitflächen

Gleitfläche = diejenigen Flächen, die zur hydrodynamischen oder hydrostatischen Funktion des Lagers beitragen, z.B. Lagerbohrung, Axialkeifflächen, Hydrostatiktaschen

nicht hingegen z.B. Ölablaufnuten, Ringschmiernuten, Ölkanäle

3.1.1 Annahmekriterien

Fehlergruppen grundsätzlich gemäß ISO 4386-1, d.h.

Fehlergruppe A nur für Neufertigung mit Grundkörpern nach 1, ohne Unterbrechungen oder Wandstärkensprünge, insbesondere ohne Schwalbenschwanz- oder andere Verklammerungsnuten

Der Anspruch der Fehlerfreiheit (Fehlergruppe A) kann nicht unbegrenzt aufrechterhalten werden. Mit wachsender Lagergröße wächst auch das Lagergewicht. Wichtiges Kriterium für die Qualität des Gießprozesses ist die Abkühlgeschwindigkeit, die naturgemäß bei großen, dickwandigen Lagern nicht so hoch sein kann wie bei kleineren. So hat es nicht nur statistische, sondern auch physikalische Gründe, dass ein kleineres Lager leichter fehlerfrei herzustellen ist als ein großes. Zudem ist die Fehlerfreiheit technisch nicht erforderlich und kommerziell nicht sinnvoll. Daher ist bei großen Lagern der Anspruch der Fehlerfreiheit (Fehlergruppe A) auf die hoch belasteten Bereiche der Gleitflächen zu beschränken.

Für Regeneration grundsätzlich Fehlergruppe C unter der Voraussetzung eines geeigneten Grundkörpers nach 1, ansonsten Fehlergruppe D.

3.2 Farbeindringprüfung

Bei der Farbeindringprüfung handelt es sich dem Grunde nach um ein Verfahren der Oberflächenrissprüfung.

Ziele bei der Anwendung auf Lager:

- Nachweis der Bindung zwischen Lagermetall und Grundkörper im Bereich der Bindelinie, d.h. der den beschichteten Bereich umschreibenden Trennlinie zwischen Lagermetall und Grundkörper
- Nachweis der Rissfreiheit im Bereich der Lagerlaufläche

Grundlage: ISO 4386-3

Grundsätzlich Prüfung der Lagerlauflächen sowie der Bindelinie (s.o.). Keine Prüfung bzw. Bewertung von Anzeigen auf anderen Flächen, z.B. Öl Ablaufnuten, Ringschmiernuten, Ölkanäle

Da es sich um ein Verfahren der Oberflächenprüfung handelt, kann die Farbeindringprüfung sinnvoll nur an fertig bearbeiteten Lagern angewendet werden. Die Anwendung auf vorbereitete Teile kann allenfalls informativen Charakter haben, hier ist keine Festlegung von Annahmekriterien möglich. Insbesondere ist allgemeingültig keine Prognose vom Ergebnis der Farbeindringprüfung eines vorbereiteten Teils auf das Prüfergebnis am später fertig bearbeiteten Teil möglich.

Für die Beurteilung von Anzeigen ist wichtig, dass die Prüffläche sofort nach dem Auftragen des Entwicklers kontinuierlich beobachtet wird (siehe ISO 4386-3: 7). Dies ist insbesondere von Bedeutung, um verschiedene Ursachen von Anzeigen zu unterscheiden. Ein Vergleich der Anzeigen mit den Annahmekriterien ist nur nach begrenzter, vorgegebener Entwicklungszeit zulässig; ein Überschreiten der Entwicklungszeit führt zu unvorhersehbarem und nicht zu bewertendem Wachstum der Anzeigen.

3.2.1 Annahmekriterien

Neufertigung Klasse B

Regeneration Klasse C

Im Fall der Lager-Regeneration können Anzeigen an der Bindelinie nicht bewertet werden, da hier – anders als bei der Neufertigung - kein Aufmass besteht, d.h. diese Zone nach der Beschichtung nicht mehr bearbeitet werden kann.

In allen Fällen linearer Anzeigen an der Bindelinie ist die Bindung der Randzone mittels US zu prüfen. Wenn diese Bindung gegeben ist, so ist diese Prüfung führend (siehe ISO 4386-3: 1a) und 8.1). Die Ultraschall- und Farbeindringprüfung sind also nicht unabhängig voneinander, sondern ergänzen einander.

3.2.1.1 Mögliche Ursachen von Anzeigen

Anzeigen werden nicht nur von Poren oder Rissen hervorgerufen, sondern auch durch solche Phänomene, die keinesfalls einen Mangel des geprüften Lagers darstellen. Dies sind häufig Werkzeugspuren, Bearbeitungsriefen oder Kratzer im Lagermetall, aber auch große Kristalle, die bei der mechanischen Bearbeitung aus dem Lagermetall herausgerissen werden (siehe ISO 4386-3:8.2). Um diese zu unterscheiden ist es hilfreich, nach trockenem Abwischen des Entwicklers diesen unverzüglich nochmals aufzutragen. Treten dann keine Anzeigen mehr zutage, so liegen die genannten, nicht zu bewertenden oberflächlichen Ursachen vor.

3.2.1.2 Mikroporosität

Abweichend zu den genannten Annahmekriterien wird Mikroporosität gemäß der folgenden Vorgehensweise festgestellt und beurteilt. Hierzu werden die visuelle, US- und FE-Prüfung herangezogen: Unmittelbar nach dem Antrocknen des Entwicklers wird beobachtet, ob sich einzelne Porenanzeigen mit einer Größe $>1,5$ mm entwickeln. Ist dies der Fall, so werden diese Anzeigen gemäß der anwendbaren Prüfklasse beurteilt. Sind die Anzeigen kleiner, so kann es sich um Mikroporen handeln, die auch sehr dicht beieinander liegen können, so dass sich zum Zeitpunkt der Endbeurteilung eine rote Fläche ergibt und einzelne Anzeigen nicht mehr voneinander getrennt werden können. In diesem Fall ist die Oberfläche von den Prüfmittelrückständen zu reinigen und visuell auf sichtbare Poren zu kontrollieren. Können ohne Hilfsmittel (Lupe) keine Poren erkannt werden, so liegt Mikroporosität vor. Können Poren erkannt werden, so sind diese bis zu einer maximalen realen Größe von 1,0 mm zulässig, wenn sie vereinzelt auftreten und sich keine lineare Anordnung mit einem Abstand von ≤ 2 mm ergibt. Im Bereich von Mikroporosität darf die Ultraschallprüfbarkeit nicht eingeschränkt sein, d.h. die Bindungsecho vom Übergang des Lagermetalls zum Stützkörpers muß erkennbar sein. Darüber hinaus dürfen Bereiche von Mikroporosität nicht mehr als 30% der Lageroberfläche ausmachen und keine mittels US festzustellenden Bindungsfehler aufweisen.

4 Lager außerhalb des Anwendungsbereiches nach 1

Für die Neufertigung und Regeneration von Gleitlagern, deren Grundkörper nicht den in 1 genannten Kriterien entspricht (i.e. Lager aus Sphäroguss, Grauguss) sind keine der genannten Kriterien für die zerstörungsfreie Prüfung anwendbar. Diese im allgemeinen alten Konstruktionen stammen aus einer Zeit, in der die genannten zerstörungsfreien Prüfungen noch nicht entwickelt oder üblich waren und setzen keine vollständige intermetallische Verbindung zwischen Lagermetall und Grundkörper voraus. Die Funktionssicherheit wird hier durch formschlüssige Verbindung (z.B. Schwalbenschwanznuten) sichergestellt. Für solche Lager ist eine Sichtprüfung angemessen und ausreichend.

5 Verweise

/1/ Gleitlagertechnik Essen - Grundkörperwerkstoffe für Gleitlager.doc Stand: 08.05.2013