



Grundkörperwerkstoffe für Gleitlager – Auswahl und Eignung

1 Anwendungsbereich

Die folgenden Hinweise gelten für die Neufertigung von Verbundgleitlagern.

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 Auswahlkriterien und Werkstoffe erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie repräsentieren den Stand der Technik mit langjährigen positiven Erfahrungen in zahlreichen relevanten Referenzen.

Die genannten Werkstoffe sind grundsätzlich und gleichermaßen für Verbundgleitlager geeignet. Für die Auswahl des konkreten Werkstoffs sowie der entsprechenden Liefer- und Ausführungsform gelten im Wesentlichen die folgenden Kriterien:

- Fertigungstechnik: Minimierung des Zerspanungsaufwands durch Wahl eines Halbzeugs, das der Fertigungskontur möglichst nahekommt. Beispiel: Verwendung eines Gussteils für komplexe Geometrien, die anderenfalls aufwändig „aus dem Vollen“ gefertigt werden müssten.
- Preis: Trivial ist die Auswahl des jeweils günstigsten Werkstoffs in der erforderlichen Ausführungsform. Die Verhältnisse können sich jedoch aufgrund von Marktgegebenheiten ändern, dadurch ist keine grundsätzliche Einordnung „teuer...günstig“ möglich, sondern muss in jedem Einzelfall, auch in kurzen zeitlichen Abständen, überprüft werden.
- Termin: Auswahl von schnell verfügbarem Werkstoff und Ausführungsform zur Realisierung eines kurzfristigen Fertigstellungstermins. Beispiel: Verwendung von gebrannten Formteilen anstelle von Gussteilen, geschmiedetem oder gewalztem Material. Einen großen Einfluss hat hier auch die „Marktgängigkeit“ der Werkstoffe. So können prinzipiell höherwertige Werkstoffe dennoch günstiger oder auch schneller zu beschaffen sein, wenn sie am Markt stärker nachgefragt sind und dementsprechend in größeren Mengen produziert werden.
- Festigkeit: Eher selten ein Auswahlkriterium, da es sich bei allen für Verbundgleitlager geeigneten Werkstoffen um niedrig legierte Stähle handelt, deren Festigkeitskennwerte sich nicht signifikant unterscheiden.

Die genannten Kriterien stehen durchaus im Widerspruch zueinander, so dass die Auswahl im konkreten Fall immer einer Abwägung bzw. Priorisierung bedarf. Selbst für vergleichbare Bauteile kann dieser Auswahlprozess zu fallweise unterschiedlichen Ergebnissen führen, z.B. in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Terminstrecke. Eine wichtige Rolle spielt die Stückzahl der Bauteile, so lohnt sich die Anfertigung eines teuren Gussmodells oft erst bei größeren Stückzahlen.

Je größer die Freiheit der Gleitlagertechnik Essen bei der Werkstoffauswahl, umso besser kann dieser den beschriebenen Zielkonflikt im Sinne des Kunden lösen. Allzu restriktive und nicht sachlich begründete Spezifikationen seitens des Kunden können hingegen zu suboptimalen Lösungen hinsichtlich Preis, Lieferzeit und u.U. sogar der Qualität führen. Daher ist es ratsam, Lieferspezifikationen für Verbundgleitlager bei der Werkstoffauswahl möglichst „offen“ zu gestalten, d.h. möglichst alternative Werkstoffe oder Werkstoffgruppen zu spezifizieren. In allen Fällen wird die Gleitlagertechnik Essen die vorliegende Spezifikation hinsichtlich der Erfüllung der genannten Kriterien kritisch überprüfen und ggfs. Vorschläge für Werkstoffsubstitutionen machen.

3 Eigenschaften geeigneter Werkstoffe

Wichtigstes Kriterium für Grundkörperwerkstoffe von Verbundgleitlagern ist die Fähigkeit und Festigkeit der Bindung zwischen Lagermetall und Grundkörper. Das Wissen um geeignete Werkstoffe hat sich empirisch entwickelt, da hier keine einfachen Regeln für die zulässigen (oder geeigneten) Masseanteile einzelner Bestandteile, sondern auch Wechselwirkungen zwischen einzelnen Elementen bestehen. Die folgenden Grenzen haben sich als Anhaltspunkte herauskristallisiert:

Kohlenstoffarmer Stahl ($C < 0,2\%$).

Weitere Grenzwerte der chemischen Analyse: $Si < 0,25\%$; $Mn < 0,4\%$; $Cr < 0,2\%$; $Ni < 0,5\%$

Nicht alle genannten Grundkörperwerkstoffe erfüllen alle Kriterien gleichzeitig, aufgrund der genannten wechselseitigen Abhängigkeiten sind diese jedoch gleichermaßen uneingeschränkt geeignet.

4 Grundkörperwerkstoffe und Lieferformen

Es handelt sich in allen Fällen um unbehandelte, normalgeglühte Stähle. Im Folgenden sind daher nur die generischen Werkstoffbezeichnungen nach EN 10025 ohne Werkstoffnummern oder Kennungen über Nachbehandlungen oder Gütegruppen genannt.

Jede weitere Detaillierung der Spezifikation hinsichtlich Gütegruppen oder Prüfungen stellt eine Einschränkung in der Werkstoffwahl hinsichtlich der in 2 genannten Kriterien dar und sollte hinsichtlich der zwingenden technischen Notwendigkeit überprüft werden. Im Allgemeinen ist der Nachweis mechanischer Kennwerte aus der verwendeten Charge hinreichend. Sind Kennwerte aus dem individuellen Halbzeug gefordert, so ist dies im Vorfeld zu vereinbaren, da die hierfür erforderlichen Proben bei der Halbzeuggeometrie berücksichtigt werden müssen und diese Zusatzforderungen Auswirkungen auf Preis und Lieferzeit haben. Gleiches gilt für externe Abnahmen, z.B. durch Klassifizierungsgesellschaften. Die Nachweise aller vertraglich vereinbarten Prüfungen sind Bestandteil der Produktdokumentation.

| Werkstoff | verfügbare, typische Lieferformen |
|------------------|---|
| C10 | Ringe geschmiedet oder gewalzt, Vollmaterial |
| C15 | Ringe geschmiedet oder gewalzt, Vollmaterial |
| C22 | Ringe geschmiedet oder gewalzt |
| S235 | Formteile gebrannt, Ringe gewalzt, Rohr, Vollmaterial |
| S355 | Formteile gebrannt, Ringe gewalzt, Rohr, Vollmaterial |
| GS-38 | Gussteile |
| GS-45 | Gussteile |

Hier sind nur die am häufigsten verwendeten Werkstoffe mit einem nennenswerten Anteil am Lieferspektrum genannt. Für zahlreiche andere Werkstoffe liegen durchaus positive Referenzen vor, die im konkreten Fall zu prüfen sind.

4 Wasserstoffgehalt der Grundkörper, Wasserstoffeffusionsglühung

Atomarer Wasserstoff ist in Stahl löslich und ein Restwasserstoffgehalt aufgrund des Herstellprozesses unvermeidbar. Da die Lagermetallbeschichtung für diesen Restwasserstoff eine Diffusionssperre darstellt, kann ausdiffundierender Wasserstoff an der Grenze zwischen Stahl und Lagermetall zu Wasserstoffgas rekombinieren und dort blasenförmige Lagermetallablösungen bilden. Ein Wasserstoffgehalt von <1,5 ppm wird diesbezüglich als unkritisch beurteilt.

Eine aussagekräftige Analyse des Wasserstoffgehaltes ist nur aus der Schmelze möglich, eine nachträgliche Analyse aus dem Rohling bzw. Halbzeug hingegen - physikalisch bedingt – nicht. Da während der Weiterverarbeitung nach der Schmelze die Möglichkeit erneuter Wasserstoffaufnahme besteht, ist also die Anforderung eines Wasserstoffgehaltes von <1,5 ppm in der Schmelze nicht hinreichend für die Herstellung von Verbundgleitlagern.

Aus diesem Grund ist in allen Fällen eine Wasserstoffreduktion durch das sog. Wasserstoffeffusionsglühen (oft WEG abgekürzt) erforderlich. Aufgrund der physikalischen Zusammenhänge muss dieses unterhalb der Gefügeumwandlungstemperatur (niedriglegierte Stähle $\approx 700^{\circ}\text{C}$) erfolgen; die erforderliche Zeit ist eine Funktion der Wandstärke. Bei diesen Temperaturen erfolgt auch bei langzeitiger Exposition keine Veränderung der mechanischen Eigenschaften des Grundkörpers. Die exakten Daten sind im internen Regelwerk der Gleitlagertechnik Essen hinterlegt und auf Anfrage einzusehen. Bestehen kundenseitig anderslautende Spezifikationen, so wird grundsätzlich konservativ verfahren, d.h. die jeweils längere Glühdauer verwendet, widersprüchliche Temperaturvorgaben sind zu klären. Der Nachweis über die Wasserstoffeffusionsglühung ist Bestandteil der Produktdokumentation.

5 Andere Grundkörperwerkstoffe, Regeneration von Lagern

Bei der Regeneration von Lagern, d.h. der Neubeschichtung und –bearbeitung vorhandener Grundkörper ist der im konkreten Fall verwendete Grundkörperwerkstoff oft unbekannt oder – schlimmer noch – es handelt sich bekanntermaßen um einen heute als ungeeignet eingeordneten Werkstoff, z.B. Lager aus Sphäroguss, Grauguss. Der negativen Bewertung des Werkstoffs steht in diesen Fällen natürlich die positive Betriebserfahrung in der jeweiligen Anwendung entgegen. Diese im Allgemeinen alten Konstruktionen setzen keine vollständige intermetallische Verbindung zwischen Lagermetall und Grundkörper voraus. Die Funktionssicherheit wird hier durch formschlüssige Verbindung (z.B. Schwalbenschwanznuten) sichergestellt und ist daher auch nach der Regeneration uneingeschränkt gegeben. Hier ist wichtig, Umfang und Kriterien der zerstörungsfreien Prüfung den Gegebenheiten einerseits und den Anforderungen andererseits anzupassen, siehe /1/. Eine erneute Wasserstoffeffusionsglühung gemäß 4 ist im Fall der Regeneration aufgrund des Alters der Grundkörper nicht erforderlich.

6 Verweise

/1/ Gleitlagertechnik Essen - ZFP Lager.doc Stand: 08.05.2013