

Wiederholbare Instandsetzung nabentartiger Maschinenteile durch klebgepreßte Verschleißbuchsen

Dipl.-Ing. J. Zscherper, KDT, Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Erntemaschinen Neustadt, Stammbetrieb, Betriebsteil Automatisierungstechnik Leipzig
Dipl.-Ing. R. Puttscher, KDT, VEB Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal

Problemstellung

Die Entwicklung des Verfahrens Klebpressen ist das Ergebnis einer fruchtbaren Zusammenarbeit zwischen dem Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Erntemaschinen Neustadt, Stammbetrieb, Betriebsteil Automatisierungstechnik Leipzig, und dem VEB Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal. Im Bild 1 sind bevorzugte Einsatzfälle des Verfahrens Klebpressen dargestellt. Entsprechend der Nabenvielfalt müssen spezielle Verschleißbuchsen bereit gehalten werden.

Bislang übliche Verfahren des Einbringens von Verschleißbuchsen waren das Einschweißen, Einpressen oder Einkleben. Stirnseitiges Einschweißen ist bei Werkstoffeignung weit verbreitet, stellt aber eine Notlösung hinsichtlich der Wiederholbarkeit dar. Zu Kleb- und Preßverbindungen solcher Buchsen wurde bereits in [1] informiert. Den bekannten Nachteilen einer Klebverbindung, wie

- Einhaltung der Rundlauforderungen und
- geringe Scherfestigkeit, besonders bei mangelhafter Arbeitssorgfalt,

stehen allerdings wichtige Vorteile gegenüber:

- geringe Toleranzanforderungen
- keine Passungsrostbildung
- keine Freßneigung bei Wiederholfügungen
- häufige Wiederholbarkeit
- aufgrund fehlender Radialspannungen ist Dünnwandigkeit möglich.

Die Vorteile einer Klebverbindung sind genau die Nachteile einer Preßverbindung und umgekehrt. Dabei ist festzustellen, daß die meisten Nabenkonstruktionen eine künftige Instandsetzung nicht berücksichtigen, so daß nach dem Ausbohren des verschlissenen Innenprofils oft nur ungenügende Restwanddicken verbleiben, die die notwendigen Radialspannungen einer Preßverbindung nicht aufnehmen können. Eine Symbiose der Vorteile der Verfahren Einkleben und Einpressen ist im Verfahren Klebpressen gelungen.

Wirkungsweise

Geometrisch gesehen handelt es sich beim Klebpressen um eine Querpreßverbindung (Schrumpfverbindung), deren beide Fügepartner bei Raumtemperatur ein Übermaß der Fügeflächen zueinander aufweisen. Durch thermische Weitung des Außenteils wird ein Fügenspiel erreicht, so daß eine Fügung von Hand mit dem mit Klebstoff bestrichenen Innenteil möglich wird. Nach dem Fügen findet der Temperaturausgleich statt, wodurch das Fügenspiel aufgehoben wird und sich eine Radialspannung einstellt.

Die Temperatur des Außenteils wird so gewählt, daß der Klebstoff sehr schnell aushärtet und nicht aus der sich verengenden Fuge fließen kann. Es wird dadurch einer allseitigen Normalkraft ausgesetzt. Polymere sind in diesem Druckzustand in der Lage, eine

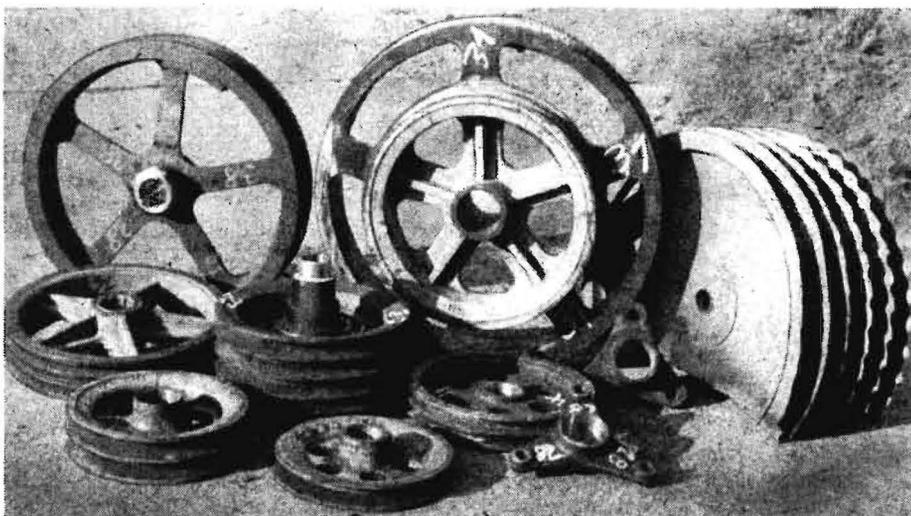


Bild 1. Ein Teil des Erprobungssortiments

mehrfache Scherspannung (z. B. aus einem Drehmoment) als unter Normalbedingungen aufzunehmen. Deshalb ist eine Klebpreßverbindung mechanisch gesehen eine hochfesteste Klebverbindung.

Herstellung

Die Fügeflächen werden durch Drehen oder/und Schleifen in der Qualität IT 7 hergestellt. Geräumte Bohrungen können auch in der Grundtoleranz IT 8 liegen. Die Oberflächenrauheiten sollen 0,030 mm nicht übersteigen. Das mittlere Kaltübermaß beträgt etwa 0,001 vom Fügedurchmesser. Sichtbare Oberflächenfettigkeit ist zu beseitigen, ansonsten genügt ein trockenes Überwischen. Festhaftende Rostreste stören nicht.

Das Außenteil wird je nach Durchmesser, Festigkeitserfordernis und Verhältnis der beteiligten kalten und warmen Werkstoffvolumina auf 200 bis 350°C im Ofen erwärmt. Das kalte Innenteil wird zweckmäßigerweise von einem Fügedorn aufgenommen und mit kalt-härtendem Epoxidharzklebstoff dünn bestrichen. Das dem Ofen entnommene Warmteil kommt auf eine zugehörige Unterlage, und die Buchse wird zügig gefügt (Bild 2). Nach dem Abkühlen ist die Verbindung sofort voll belastbar.

Festigkeit

Wie in [2] ausgewiesen, kann die Verbindung ohne besondere Maßnahmen 6 N/mm² Torsions-Wechselspannung ertragen. Damit werden etwa 90% aller Instandsetzungsfälle abgedeckt.

Durch folgende besondere Maßnahmen können etwa 12 N/mm² erreicht werden:

- Füllstoffzusätze
- Temperaturerhöhung
- Übermaßvergrößerung
- erhöhte Fertigungsorgfalt
- Korrektur der äußeren Nabenkantur.

Bisher wurde den Verfahrensentwicklern

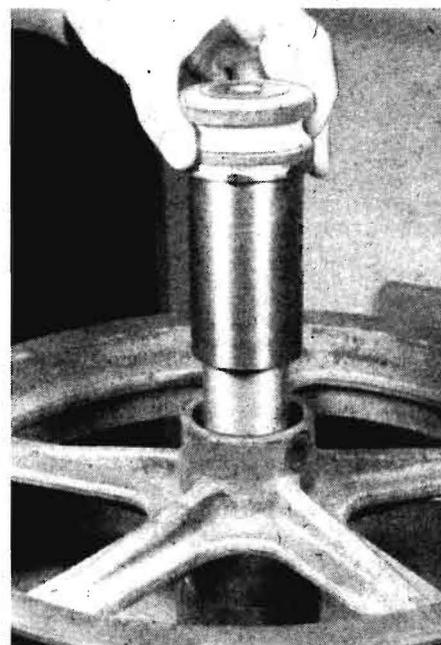


Bild 2. Fügen der Verschleißbuchse mit einem Fügedorn

kein landtechnischer Einsatzfall bekannt, wo durch die Größe des Drehmoments oder durch zu geringe Restwanddicke nach dem Ausbohren keine Verschleißbuchse erfolgreich eingebracht werden konnte.

Die Angaben beziehen sich auf mindestens 6 Wiederholfügungen. Für eine einmalige statische Sonderfügung kann mit dem Klebpressen eine Scherfestigkeit bis 100 N/mm² garantiert werden.

Lösen/Wiederholfügungen

Ein für Wiederholfügungen gewolltes Lösen verschlissener Buchsen wird unter einer Presse bei einer Druckscherspannung von etwa 50 N/mm² vollzogen. Bei großflächigen

gen, dünnwandigen Ausführungen kann zum Schutz vor Deformation durch eine thermische Vorschädigung des Klebfilmes bei 325 bis 360°C dessen Festigkeit um 50% vermindert werden.

Nach dem Auspressen der Altbuchse wird die Nabenbohrung auf der Drehmaschine mit einem Metallradiergummi gereinigt, und die neue Buchse kann gefügt werden.

Spezielle Eigenschaften

Durch Klebpressen entstandene Verbindungen haben folgende Eigenschaften:

- Beim Abkühlen zentriert sich die Verbindung recht gut von selbst. Der aus unterschiedlicher Klebfilmdickenverteilung auftretende Achsenfehler liegt, bezogen auf die Nabenbreite, unter 0,01 mm.
- Herstellungsbedingte, radiale Formfehler an dünnwandigen Buchsen und Nabenbohrungen werden durch die sich einstellende Radialspannung korrigiert und sind bis $\pm 0,02$ mm ohne Einfluß auf Festigkeit und Rundlauf.
- Das Buchseninnenprofil kann vor (Fertigbuchse als Kaufteil) oder nach dem Klebpressen geräumt oder gestoßen werden.
- Besonders bei dünnwandigen Buchsen mit Fertigprofil ist durch die Radialspannung eine Verkleinerung des Innendurchmessers meßbar. Die Instandhalter schätzen diese Tatsache, da z. B. ausgebuchte Graugußnaben mit den härtesten und mehrere Kampagnen überdauernden, aber dennoch maßlich vorgeschädigten Wellen gepaart werden müssen. Dadurch wird ein verschleißförderndes Anfangsspiel kompensiert.
- Die Verbindung ist ölfest, und Passungsrost tritt nicht auf.
- Fast alle handelsüblichen kalthärtenden Epoxidharzsysteme sind verwendbar.
- Klebpressen ist ein handwerkliches Verfahren, das ohne zusätzliche Investitionen in jeder Kleb-, Gieß- und Laminierwerkstatt durchführbar ist.
- Klebpressen erlaubt die gezielte Werkstoffoptimierung zur Verbesserung von Verschleißpaarungen (Verbundwerkstoffe).

Anwendungsfälle

Vorrangig im VEB Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal wird seit 1986 die Einsatz-

probung von 15 geometrisch verschiedenen Positionen absolviert, wie sie im Bild 1 dargestellt sind. Bei den 60 Prüflingen hat es dabei seither keinen Ausfall gegeben, der auf das Verfahren Klebpressen zurückzuführen wäre.

Seit dem Jahr 1988 setzen der VEB Landtechnisches Instandsetzungswerk Dingelstädt und der VEB Kreisbetrieb für Landtechnik Ludwigslust je 5 Positionen serienmäßig durch Klebpressen instand (u. a. die Kegelaradwelle des Kartoffelernters E686 und die Führungsbuchse vom Fahrwerkvariator des Mähreschers E512 bzw. des Feldhäckslers E280/E281).

Das Klebpressen eignet sich auch für Getriebeteile. Es bietet sich besonders dann an, wenn bei zu geringen Stückzahlen das Verfahren „Umformen mit Werkstoffverdrängung“ aufgrund der hohen Ausrüstungskosten unrentabel wird. Bei Grauguß ist das Einbringen einer Buchse ohnehin die einzige Lösungsmöglichkeit. Weitere Einsatzgebiete sind Verschleißringe auf Wellen, Hohlwellenkonstruktionen, axiale Sicherungen (auch von Wälzlagern), Befestigung von Radspurkränzen und Zahnradbandagen sowie alle Rundverbindungen, die gegen Mikrowandern und Gleichlaufabweichungen absolut sicher sein müssen.

Die notwendige Restwanddicke der ausgebohrten Nabe beträgt bei Stahl etwa 3 mm, bei Graugußnaben aus GGL-20 etwa 5 mm. Die Dicke der Buchsenwandung sollte 3 mm nicht unterschreiten. Im Einzelfall beträgt diese Wanddicke unter der nach dem Klebpressen geräumten Nut bei der Führungsbuchse des Fahrwerkvariators des Mähreschers E512 bzw. des Feldhäckslers E280/E281 nur noch 1 mm (Bild 3).

Für die notwendige thermische Aufweitung ist ein Mindestfügedurchmesser von 25 mm erforderlich. An den Versuchsteilen wurden bisher 36 bis 95 mm realisiert.

Für 17 Positionen von FORTSCHRITT-Erzeugnissen liegen in den Erzeugnisgruppenleitbetrieben die „Technischen Angaben zur Ersatzteilstandsetzung (TA/ETI)“ zum Klebpressen vor. Bestellungen zu Verschleißbuchsen sind an den Maschinenhersteller zu richten.

Ende 1989 wird über den VEB Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal eine umfassende KDT-Richtlinie zum Klebpressen erhältlich sein. Bis dahin sollten interessierte Anwen-

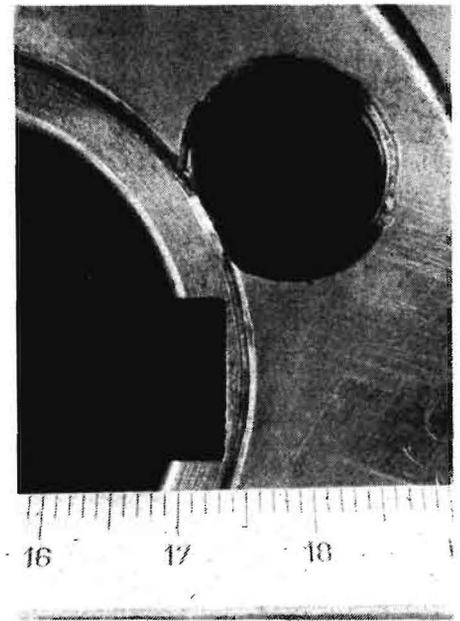


Bild 3. Verschleißbuchse mit Nut in der instandgesetzten Führungsbuchse des Fahrwerkvariators E512/E280/E281

der den VEB Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal, Abteilung VT/ETI, oder den VEB Erntemaschinen Neustadt, Stammbetrieb, Betriebsteil Automatisierungstechnik Leipzig, Abteilung EZI, konsultieren.

Das Verfahren ist patentrechtlich geschützt [3]. Nachnutzer wenden sich in Schutzrechtsfragen an den Betriebsteil Automatisierungstechnik Leipzig. Diese Pflicht entfällt beim Bezug fertiger Buchsen aus den Betrieben des VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen.

Literatur

- [1] Rost, B.; Zscherper, J.: Herstellung haltbarer Welle-Nabe-Verbindungen bei der Einzelteilinstandsetzung mit Hilfe neuartiger Preß- und Klebverbindungen. agrartechnik, Berlin 35(1985)11, S. 491-493.
- [2] Landtechnische Arbeitsmittel, regenerierungsgerechte Konstruktion, Gestaltungsrichtlinien für nabenförmige Bauteile. VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen, Werkstandard FoN 117917, Ausgabe August 1988.
- [3] Verfahren zur Herstellung einer Kleb- und Schrumpfung. Wirtschaftspatent DD 249 738 A 1 (F 16 B). Ausgabetag: 16. September 1987. A 5749

Untersuchungen zur Veredelung und Haltbarkeit instand gesetzter Einzelteile

Dipl.-Ing. J. Gieske, KDT/Ing. P. Runki, KDT

Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Erntemaschinen Neustadt, Stammbetrieb, Betriebsteil Automatisierungstechnik Leipzig

1. Einleitung

Mit der ständigen Vergrößerung des Leistungsumfanges der Einzelteilinstandsetzung (ETI) und der Erweiterung des instandsetzungswürdigen Sortiments nimmt die Bedeutung wissenschaftlich begründeter Untersuchungsergebnisse instand gesetzter Einzelteile hinsichtlich ihres Haltbarkeitsverhaltens und möglicher Einsatzparameter zur Verlängerung der Nutzungsdauer zu.

Zielstellung ist es, die in [1, 2] herausgearbeiteten verfahrensbedingten Festigkeitsver-

luste und die einsatzbedingte Werkstoffermüdung der Einzelteile weitgehend zu kompensieren. Die damit verbundenen Erweiterungen bisher üblicher Einzelteilinstandsetzungstechnologien durch spezielle Arbeitsgänge bzw. gezielte Auswahl bekannter Verfahren waren Gegenstand umfangreicher Untersuchungen.

Auf der Basis der bereits in [3] genannten Verfahrensuntersuchungen zur Oberflächenveredelung wird über folgende erreichte Erprobungsergebnisse zur Einzelteilinstand-

setzung berichtet:

- Induktionshärten des Profils von Keilwellen
- Kurzzeitgasnitrieren des Profils von Keilwellen
- Glatzwalzen bzw. Festwalzen für verschleiß- bzw. ermüdungsgefährdete Bauteilabschnitte
- verschiedene Einzelteilinstandsetzungsvarianten für Auslegerverbindungsbolzen der Mobilkrane bzw. -bagger T174 und T188.