

Die Verwendung von Plasten für die Instandsetzung von Traktoren und Landmaschinen¹

W. W. BERESNIKOW*

Polymere Stoffe haben gegenüber anderen Stoffen eine Reihe von Vorteilen. Die wichtigsten davon sind geringe Dichte (0,9 bis 2,3 g/cm³), befriedigende mechanische Festigkeit, gute chemische Beständigkeit, gute Reibungs- und Gleiteigenschaften, bestimmte dielektrische Eigenschaften, Schwingungsfestigkeit, gute schallschluckende und schalldämpfende Eigenschaften, bestimmte optische Eigenschaften, leichte Bearbeitbarkeit, niedrige Kosten und geringer Zeitaufwand für die Herstellung.

Die Hauptmängel der Plaste sind: geringe Wärmebeständigkeit, schlechte Wärmeleitfähigkeit, niedrige Härte und niedriger Elastizitätsmodul, Vorhandensein innerer Restspannungen, Änderung der physikalischen und mechanischen Eigenschaften bei Temperaturwechsel, Verformung durch Fließen und Nachlassen der Spannungen, Alterung usw.

Polymere Stoffe haben jedoch außerordentlich wertvolle Eigenschaften, wenn man sie unter günstigen Bedingungen und in zweckentsprechenden Konstruktionen verwendet, sie richtig montiert und vorschriftsmäßig pflegt. An geeigneter Stelle eingesetzt, erfüllen sie ihren Zweck oftmals besser als die durch sie ersetzten Metalle.

Für die Herstellung von Werkstücken aus polymerem Material wendet man in der Sowjetunion folgende Verfahren an: direktes Pressen, Spritzgießen, Strangpressen, Auftragen, Formen von Werkstücken im Vakuum, mechanische Bearbeitung von Rohlingen.

Eine Haupteigenschaft des für die Wiederherstellung von Traktoren- und Landmaschinenteilen verwendeten Werkstoffes muß darin bestehen, daß die Teile ihre Form nicht bleibend verändern und sich bei bestimmten Belastungen unbegrenzt oft elastisch verformen können. Daher muß man bei der Wiederherstellung von Traktoren- und Landmaschinenteilen unter Verwendung von polymerem Material dessen Festigkeit und die Veränderlichkeit seiner sonstigen Eigenschaften gründlich untersuchen. Insbesondere sind diese Untersuchungen im Bereich der elastischen und plastischen Verformung durchzuführen, die unter Betriebsbedingungen vor Erreichen der Fließgrenze durch veränderte Belastung oder andere äußere Einflüsse entstehen.

Bild 1 zeigt das Spannungs-Dehnungs-Schaubild von Polykaprolaktam. Die Kurve zeigt, daß der Widerstand gegen die Verformung zunächst fast linear bis zur Fließgrenze ansteigt. Danach wird der Widerstand geringer und fällt nach der Fließgrenze stark bis zu einem bestimmten Wert, der in einem großen Dehnungsbereich konstant bleibt.

Bei Änderung des Materialzustands oder der Verformungsgeschwindigkeit ändern sich auch die Form der Dehnungskurve und die Fließgrenze. Erwärmt man Polykaprolaktam bis zur Schmelztemperatur, so verschlechtern sich seine mechanischen Eigenschaften gleichmäßig.

Nachdem man das den speziellen Arbeitsbedingungen entsprechende polymere Material gewählt und die Art und

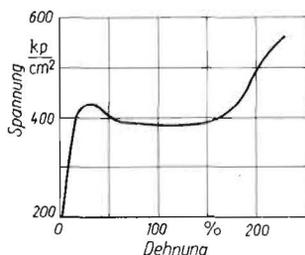


Bild 1. Spannungs-Dehnungsdiagramm von Polykaprolaktam

Staatliches Technologisches Unionsinstitut für die Instandsetzung und den Betrieb des Maschinen- und Traktorenparcs, Moskau

¹ Aus einem Referat auf dem 2. RGW-Seminar über Fragen der Instandhaltung vom 20. bis 30. Okt. 1963 in Moskau (Übersetzer: W. BALKIN)

Größe des Verschleißes der aus diesem Material gefertigten Werkstücke ermittelt hat, bestimmt man das Verfahren zur Wiederherstellung des Teiles.

Durch die Verwendung von Plasten im Instandsetzungswesen werden neue technologische Verfahren der Instandsetzung von Teilen und Maschinenbaugruppen sowie der Wiederherstellung der Verbindungen in der Maschine entwickelt.

Die vielfältigen Verfahren bei letzterer lassen sich auf die Wiederherstellung von Passungen zurückführen und können in zwei Gruppen unterteilt werden:

1. Verfahren zum Wiederherstellen der Passungen durch Änderung der Abmessungen der Teile;
2. Verfahren zur Herstellung der Passungen durch Wiederherstellung der ursprünglichen Abmessungen der Teile.

Die Wiederherstellung der Passungen durch Änderung der Abmessungen der Teile erfolgt durch Verwendung von Teilen mit Über- oder Untermaß und gegebenenfalls von zusätzlichen Teilen.

Die Wiederherstellung von Passungen mit polymerem Material unter Wiederherstellung der ursprünglichen Maße der Teile kann durch Aufstäuben, Aufkleben oder Aufpressen erfolgen.

Das Wesen der technologischen Prozesse für die Aufarbeitung von Traktorenersatzteilen mit Plasten wird nachfolgend umrissen.

Wiederherstellen von Teilen durch Wirbelsintern

Das auf eine bestimmte Temperatur erwärmte Teil (gewöhnlich ist diese Temperatur etwas höher als die Schmelztemperatur des verwendeten polymeren Materials) wird für bestimmte Zeit in „quasiflüssiges“ Pulver versenkt. Das Teil bedeckt sich mit einer dünnen Pulverschicht, deren Teilchen

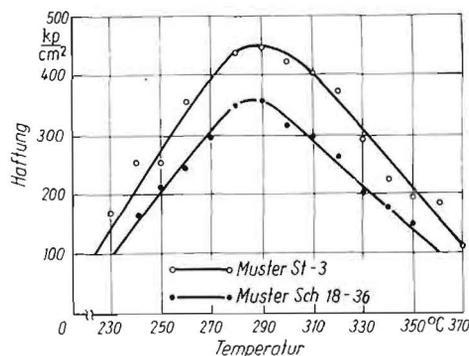


Bild 2. Haftung der Deckschicht auf Metallteilen in Abhängigkeit von der Temperatur

zerschmelzen und in eine gleichmäßige Deckschicht ausfließen. Dieses Verfahren wird hauptsächlich für das Auftragen von Schichten bis 1,5 mm Dicke verwendet.

Die maximale Haftung von Deckschichten aus Polykaprolaktam erfolgt bei Erwärmung der Teile auf Temperaturen von 280 bis 300 °C. Bei Erhöhung oder Verringerung der Temperatur fällt sie stark (Bild 2). Ferner hängt sie von der Größe der Pulverteilchen ab (Bild 3). Die Größe der Pulverteilchen beeinflusst auch die Härte der Deckschichten: Bei einer Teilchengröße von 137...257 μm ist die Härte der Deckschicht minimal und entspricht einer Brinell-Härtezahl von 8,5. Mit wachsender Teilchengröße wird die Deckschicht härter und mit geringer werdender Teilchengröße weicher. Die Verschleißfestigkeit der Deckschichten hängt ebenfalls von der Teilchengröße und der Vorwärmtemperatur des Werkstücks ab.

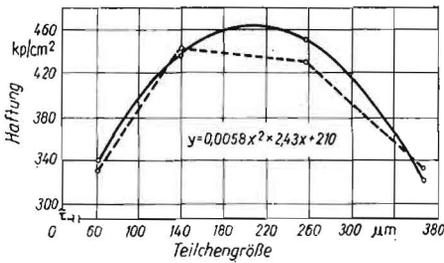


Bild 3
Haftung der
Deckschicht
in Abhängigkeit
von der Größe
der Pulverteilchen

Dünne polymere Schichten auf Werkstücken können hohe Belastungen ertragen, haben eine bessere Wärmeabführung und verändern ihre Abmessungen unter dem Einfluß von Wärme und Feuchte viel weniger als Teile, die vollständig aus polymerem Material bestehen. Nach diesem Verfahren können Deckschichten auf die Buchsen von Schwinghebeln, auf Nockenwellenlagerschalen, Einspritzpumpenteile, Säradler, Teile von Tauchpumpen, Gleitlager von Landmaschinen usw. aufgetragen werden. Die Verschleißfestigkeit von Teilen mit dünnen Deckschichten aus polymerem Material ist meist drei- bis viermal höher als bei den gleichen, aus Metall gefertigten Teilen ohne Deckschicht.

Dünne Schichten aus polymerem Material (Kapron oder Polyäthylen) auf den Arbeitswerkzeugen von Landmaschinen (Streichbleche, Pflugschare, Grubberzinken usw.) verringern das Ankleben von Boden auf diesen Werkzeugen und die Reibungszahl zwischen Boden und Arbeitsfläche des Werkzeuges wesentlich, erhöhen die Verschleißfestigkeit des Werkzeuges auf das Drei- bis Vierfache der Verschleißfestigkeit von Teilen ohne polymere Deckschicht und steigern die Produktivität des Gerätes. Besonders wirkungsvoll ist dieses Verfahren beim Auftragen von korrosionsfesten Schichten.

Die Wiederherstellung von Teilen aus polymerem Material durch das Wirbelsintern ist nicht immer anwendbar, weil sich die Oberfläche des Teiles unabhängig vom unterschiedlichen Verschleiß mit einer gleichmäßigen Schicht bedeckt, die sich der Form der Oberfläche des Teiles angleicht. Ferner ist der Verschleiß manchmal größer als die mögliche maximale Dicke des nach dem Wirbelsinterverfahren aufgetragenen polymeren Materials. In diesen Fällen erfolgt die

Aufarbeitung durch Aufpressen von polymerem Material

Das abgenutzte Teil wird in eine Druckform mit den Nennabmessungen des Teiles gesetzt. Je nach dem Grad der Erweichung des Materials durch Temperaturerhöhung wird auf das Teil entweder mit einer Spritzgußmaschine oder mit einer hydraulischen Presse Material aufgetragen. Durch Aufpressen kann man auf die Oberfläche von Teilen Schichten mit einer Dicke von 1 bis 5 mm auftragen. Nach diesem Verfahren werden die Oberflächen verschiedener Buchsen, Zahnräder, Wasserpumpenschlaufeln, Riemenscheiben sowie Hydraulik- und Kraftstoffpumpenteile wiederhergestellt.

Die mit polymerem Material umpressten Teile haben eine erhöhte Verschleißfestigkeit, dämpfen die Schwingungen gut und sind korrosionsfest. Mit Polyamiden umpresste Zahnräder haben eine hohe mechanische Festigkeit und sind stark geräuschmindernd.

Für das Umpressen von Teilen verwendet man Polyamide, Polyäthylen, polymere Pulver sowie polymeres Material mit Füllstoffen (Graphit, Disulfidmolybdän, Asbest usw.).

Bei der Wiederherstellung von Gleitlagern durch Aufpressen von polymerem Material muß man der Schichtdicke und dem erforderlichen Lagerspiel besondere Aufmerksamkeit widmen. Durch Versuche ist festgestellt worden, daß die minimale Dicke von Polykaprolaktamschichten in Gleitlagern, die unter normalen Bedingungen arbeiten, 0,1 bis 0,15 mm betragen muß. Bei Vorhandensein verschleißfördernder Teil-

chen erhöht sich diese Dicke auf 0,25 bis 0,30 mm, Gleitlager mit Polykaprolaktamschichten können mit 100 kp/cm², Gleitgeschwindigkeiten von 4 bis 5 m/s und Temperaturen bis 120 ° beansprucht werden.

Einsatz von synthetischen Klebstoffen

Ein wirkungsvolles Verfahren, die Betriebsdauer von Teilen und die Zuverlässigkeit von Baugruppen zu erhöhen, ist die Verwendung von synthetischen Klebstoffen. Kraftfahrzeugkupplungen haben ungenügende Betriebsdauer und sind wenig zuverlässig, weil die Kupplungsbeläge geringe Verschleißfestigkeit haben und an den Kupplungsscheiben mit Nieten befestigt werden. Diese Nieten werden oft schief eingesetzt, wodurch in den Belägen Risse entstehen und die Beläge zerstört werden. Wenn die Beläge nicht aufgenietet sondern mit einem synthetischen Klebstoff auf die Stahlscheiben aufgeklebt werden, erhöhen sich Betriebsdauer und Zuverlässigkeit der Kupplung bedeutend.

Gute Erfolge erzielt man mit der Verwendung von synthetischen Klebstoffen für die Wiederherstellung sowie die Erhöhung der Betriebsdauer und Zuverlässigkeit von festen Verbindungen, die in den Maschinen 30 bis 40 % aller Verbindungen ausmachen. Bei geringer Schwächung des Sitzes oder minimalem Verschleiß (0,1 bis 0,2 mm) muß man feste Verbindungen instand setzen. In diesem Falle trägt man auf die Oberflächen der zu verbindenden Teile nach entsprechender Vorbereitung den Klebstoff auf, preßt die Teile zusammen und unterwirft sie danach der erforderlichen Erwärmung.

Am vorteilhaftesten ist die Anwendung einer Klebstoffschicht in festen Verbindungen bei einem Spiel von 40 µm bis zu einem Übermaß des Innenteils von ebenfalls 40 µm. Bei dynamischen Belastungen halten feste Verbindungen mit einer Zwischenschicht aus dem synthetischen Klebstoff BC-IOT bei einem Spiel von 20 bis 60 µm befriedigend und bei fehlendem Spiel oder bei einem Übermaß des Innenteils von 40 µm gut. Bei festen Verbindungen mit großem Spiel erzielt man gute Ergebnisse durch die Verwendung von Epoxidharzen mit Füllstoffen. Diese Kleber härten bei Temperaturen von 20 °C und brauchen nicht erwärmt zu werden.

Betriebsdauer und Zuverlässigkeit der Baugruppe erhöhen sich auf das Drei- bis Vierfache. Besonders erfolgreich ist dieses Verfahren beim Einpressen von Kugellagern in Sitze, von Bolzen und Stiften in Gehäuse, beim Aufziehen von Kugellagern auf Wellen usw.

Bei langem Einsatz können sich die festen Verbindungen unter Umständen lockern, man kann sie dann ohne besonderen Aufwand mit synthetischen Klebstoffen wiederherstellen.

Oft verwendet man für die Instandsetzung von Traktoren-, Landmaschinen- und Kraftfahrzeugteilen, die Risse, Brüche, ausgeschlagene Stellen und abgenutzte Gewinde haben, Füllstoffe auf Epoxidharzbasis. Dieses Verfahren ist einfach und erfordert weder Spezialvorrichtungen noch qualifizierte Arbeitskräfte. Es kann unmittelbar auf dem Feld ohne Demontage der Baugruppe und ohne längeren Ausfall des Traktors oder der Landmaschine durchgeführt werden.

Die Zusammensetzung dieser Stoffe auf Epoxidharzbasis hängt von der Art des Fehlers und den Betriebsbedingungen des fehlerhaften Teiles ab.

Durch die Verwendung von synthetischem Klebstoff wird schließlich der Umfang der mechanischen Bearbeitung der Teile und der Verbrauch an Werkzeugen stark verringert.

Abschließend kann festgestellt werden, daß die Instandsetzung und Wiederherstellung der Teile und Baugruppen von Traktoren und Landmaschinen mit polymeren Stoffen keine komplizierten Geräte und hochqualifizierten Spezialisten erfordert, wirtschaftlich ist und die Zuverlässigkeit und Betriebsdauer der Teile und Baugruppen erhöht. AU 5728