

Instandsetzung von Zahnrädern durch chemisches Vernickeln

Dr.-Ing. A. Grieger/Dr.-Ing. M. Żymela, Landwirtschaftliche Akademie Szczecin (VR Polen)

Bei der Instandsetzung von Traktoren, Landmaschinen, Kraftfahrzeugen, Maschinen und anderen technischen Einrichtungen werden die abgenutzten Zahnräder ausgewechselt und verschrottet. Bislang gab es in der VR Polen keine wirksame Technologie zur Erneuerung von Zahnrädern, mit deren Hilfe der Gebrauchswert wieder hergestellt werden konnte. Die durch die Aussonderung entstandenen Kosten sind relativ hoch. Durch die Anwendung der neu vorgeschlagenen Technologie kann eine Kostensenkung um 50% realisiert werden. Das chemische Vernickeln ermöglicht folgende Vorteile:

- hohe Materialökonomie durch Einsparung von un- und niedriglegiertem Stahl
- Verbesserung und Erweiterung der Instandsetzungsmöglichkeiten
- Entlastung der Zahnradhersteller bei der Teilebereitstellung
- Verbesserung der Zuverlässigkeit von Maschinen und Anlagen.

Während des Betriebs wirken auf die Zahnräder gleichzeitig verschiedene mechanische, chemische, elektrische und thermische Faktoren ein, die die Abnutzungerscheinungen bewirken. Die Ermüdung und der Verschleiß machen sich besonders an der Oberfläche bemerkbar. Von dort können sich die Oberflächenfehler ausbreiten und zum Versagen des Getriebes bzw. der ganzen Maschine führen. Die Schädigung entsteht hauptsächlich im Zahnflankenbereich und zwar in Form von Korrosionsanfressungen, Ermüdungsmikrorissen, Pittingbildung, Makrorissen, örtlichen plastischen Verformungen usw. Im vorliegenden Beitrag wird eine Methode des stromlosen Auftragens von Schichten zur Regenerierung von Zahnrädern dargestellt.

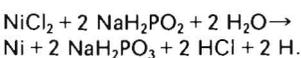
Technologie der Instandsetzung verschlissener Zahnräder

Der technologische Ablauf der Instandsetzung verschlissener Zahnräder gestaltet sich folgendermaßen:

Die geschädigten Flächen der Zahnräder werden durch Schleifen beseitigt. Anhand durchgeführter Untersuchungen in der VR Polen zeigt sich, daß der Verschleiß 50 bis 80 µm nicht übersteigt. Mit dem Schleifen werden die geschädigte Oberflächenschicht entfernt und die richtige Zahnflankenform sowie die für die Instandsetzung benötigte Oberflächenrauigkeit hergestellt. Nach dieser Bearbeitung beträgt die Differenz zum Neumaß 60 bis 120 µm. Diese Abnahme wird mit Hilfe der Phosphor/Nickel- bzw. Phosphor/Nickel/Kobalt-Schicht ergänzt, die mit Hilfe eines stromlosen chemischen Auftragsverfahrens realisiert wird.

Herstellung chemischer Metallschichten

Das chemische Vernickeln beruht auf dem Prinzip der Reduktion von Nickel(II)-Ionen eines beliebigen Metalls mit Hilfe von Kalzium-, Kalium- bzw. Natriumhypophosphit. Die chemische Ionenreduktionsreaktion kann folgendermaßen beschrieben werden:



Tafel 1. Empfohlene Badzusammensetzung zur Erneuerung von Zahnrädern

Bestandteile	Konzentration in g/dm ³	
	Bad 1 ¹⁾	Bad 2 ²⁾
Nickel(II)-chlorid	20	17...14
Kobalt(II)-chlorid	-	3...6
Natriumhypophosphit	23	23
Ammoniumchlorid	10	10
Aminoessigsäure	5	5
Milchsäure (80%)	34	34
Natriumzitronat	10	10
Natriumhydroxid	zur Steuerung des Ablaufs	zur Steuerung des Ablaufs
Stabilisierungsstoffe	zur Steuerung des Ablaufs	zur Steuerung des Ablaufs

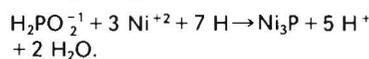
1) für Phosphor/Nickel-Schicht

2) für Phosphor/Nickel/Kobalt-Schicht

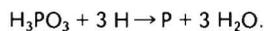
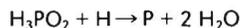
Tafel 2. Optimale Parameter des technologischen Prozesses des chemischen Vernickelns

Parameter		Bad 1	Bad 2
Badbelastung S:V	dm ² /dm ³	1...1,5	1...1,5
pH-Wert		4...6	6,5...8,5
Badtemperatur	K	366 ± 2	366 ± 2
Erwärmen			
- Temperatur	K	673	673...773
- Zeit	h	1	1
Abscheidegeschwindigkeit	µm/h	20	30
<i>Gebrauchseigenschaften</i>			
Mikrohärte	MPa	6 000...8 000	7 000...9 500
Haftfestigkeit	MPa	350	450
Verschleißfestigkeit		sehr hoch, den Chromschichten gleich	
Einfluß der Schicht auf die Änderung der Ermüdungsfestigkeit des Stahluntergrunds		hat einen negativen Einfluß, wie galvanische Schichten bei Dicken über 30 µm	hat keinen bedeutenden negativen Einfluß

Der atomare Wasserstoff reagiert gleichzeitig mit H₂PO₂⁻ und HPO₃⁻-Ionen. Im Ergebnis entsteht atomarer Phosphor, der im Augenblick seiner Befreiung mit Nickel eine feste Legierung bildet:



Phosphor kann auch aus dem Hypophosphit nach folgender Gleichung ausscheiden:



Der Gehalt an Phosphor in der Schicht und sein struktureller Zustand haben einen entscheidenden Einfluß auf die physikalischen und Gebrauchseigenschaften der chemischen Metallschichten. Die auf diese Weise hergestellte Phosphor/Nickel-Schicht ist eine Mehrphasenschicht, die aus einer Lösung festen Phosphors im Nickel und in Nickelphosphiden Ni₃P und Ni₅P₄ besteht. Die beschriebenen Reaktionen, die während der Nickelionenreduktion mit Hilfe von Hypophosphit verlaufen, betreffen nicht nur das chemische Vernickeln, sondern auch das Auftragen anderer Metallschichten (z. B. Kobalt, Eisen und Chrom).

Die Metallschicht wird nur auf die Zahnflanken aufgetragen. Die übrige Oberfläche wird mit geeigneten Mitteln isoliert (die Zahnräder werden auf einen Haltestab gesteckt und durch Kunststoffringe voneinander getrennt). Dann werden die Zahnräder in das

Bad getaucht, in dem die Metallschicht abgetrennt wird. Danach erfolgt ein Erwärmen mit einer Temperatur von 623 K (350°C) bis 773 K (500°C) in Abhängigkeit von der geforderten Oberflächenmikrohärte und in einer Zeit von 1 bis 1,5 h.

Nach den Verfahrensschritten Schleifen, Abscheiden der Phosphor/Nickel- bzw. Phosphor/Nickel/Kobalt-Schicht und Erwärmen können die Zahnräder wieder in die Maschine eingebaut werden. Es ist keine weitere Nachbehandlung erforderlich, da die aufgetragene Schicht die gleiche Rauheit hat wie die Oberfläche nach dem Schleifen.

Badzusammensetzung, Prozeßverlauf und Parameter

In Tafel 1 sind die Daten für die Badzusammensetzung aufgeführt. Optimale Parameter des chemischen Vernickelns für zwei verschiedene Bäder sind in Tafel 2 zusammengestellt.

Ein bedeutender Vorteil der Ni/Co/P-Schicht besteht darin, daß sie geringere innere Spannungen an der Grenze Schicht-Unterlage als die Ni/P-Schicht hat. Somit eignet sie sich besser zum Auftragen auf Elemente, die unter verschiedener Belastung arbeiten (z. B. Zahnräder). Diese Eigenschaft tritt besonders deutlich bei dünnen Schichten hervor. Für eine Schicht, die in einem Bad mit 5 g CoCl₂ aufgetragen wurde und die Dicke von 20 µm

Fortsetzung auf Seite 503



Dr.-Ing.
Heinz Rößner

KDT-Arbeit auf dem Gebiet der Elektroenergieanwendung in der Landwirtschaft

Seit mehr als 10 Jahren wird in der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik (ZPL) Potsdam-Bornim auch den Fragen der Elektroenergieanwendung in der Landwirtschaft besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Dabei werden vorrangig Aufgaben für den Bereich der Tierproduktion bearbeitet. Als Fachmann für Elektroenergieanwendung verbindet der Prüfgebietsleiter Dr.-Ing. Heinz Rößner seine Prüftätigkeit sehr gut mit der Arbeit im KDT-Fachunterausschuß 1.9 „Elektrotechnische Anlagen in der Landwirtschaft“. Wir sprachen mit Dr. Rößner, der im vergangenen Jahr als Vorsitzender dieses Gremiums mit der Silbernen Ehrennadel der KDT ausgezeichnet wurde.

Frage: Wie wird durch die KDT-Arbeit der wissenschaftlich-technische Fortschritt auf dem Gebiet der Elektroenergieanwendung in der Landwirtschaft gefördert?

Dr. Rößner: Durch die umfangreiche und vielseitige Prüftätigkeit der ZPL Potsdam-Bornim habe ich einen guten Überblick über das Fachgebiet der Elektrotechnik in der Landwirtschaft. Bei der Elektroenergieanwendung sind das Errichten, das Betreiben und die Instandhaltung der Elektroanlagen zu berücksichtigen. Die von der Industrie produzierten Elektroausrüstungen für die Landwirtschaft werden sowohl von Elektroinstallationsbetrieben als auch von Elektrofachleuten im eigenen Bereich installiert. Als Einrichtung des Ministeriums für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft müssen wir darauf achten, daß die Elektroanlagen in der Landwirtschaft allen Anforderungen genügen, ein gefahrloses Arbeiten ermöglichen und eine ungestörte landwirtschaftliche Produktion gewährleisten. Der außerordentliche Umfang des Fachgebiets bringt es mit sich, daß ständig vielfältige Probleme auftreten, deren Lösung angeregt werden muß. Durch überbetriebliche Arbeit im Rahmen der KDT besteht

die Möglichkeit zur schnellen Einflußnahme in allen Bereichen der Elektroenergieanwendung in der Landwirtschaft. Als Vorsitzender des Fachunterausschusses (FUA) 1.9 der KDT „Elektrotechnische Anlagen in der Landwirtschaft“ habe ich die Gelegenheit, mit vielen Fachkollegen aus verschiedenen Betrieben und Institutionen (Projektierungs- und Errichtungsbetriebe, Institute, staatliche Kontrollorgane, Bildungseinrichtungen, Landwirtschaftsbetriebe) unmittelbar Kontakt aufzunehmen, um erkannte Probleme zu diskutieren und zu lösen.

Durch meine Mitarbeit in weiteren Gremien der KDT ergibt sich die Möglichkeit, einen großen Kreis von Fachleuten verschiedener Arbeitsbereiche für die Fragen der Elektroenergieanwendung in der Landwirtschaft zu interessieren. Es soll nicht verschwiegen werden, daß durch die Arbeit in der KDT ständig Möglichkeiten zur eigenen Qualifizierung bestehen. Für mich als Fachspezialisten in einer landwirtschaftlichen Institution ist es notwendig, ständigen Kontakt mit Kollegen meines Fachgebiets zu pflegen.

Wir meinen, daß der wissenschaftlich-technische Fortschritt auch dadurch gefördert wird, daß kontinuierlich Qualifizierungsmaßnahmen für Errichter und Betreiber von Elektroanlagen organisiert oder unterstützt sowie interessierende Arbeitsergebnisse ständig veröffentlicht werden.

Frage: Welche Arbeitsschwerpunkte werden zur Zeit behandelt?

Dr. Rößner: Ständiger Arbeitsschwerpunkt ist die Qualifizierung von Elektrofachkräften in der Landwirtschaft. Zu diesem Zweck führen wir Tagungen, Lehrgänge und Schulungen durch. Veröffentlichungen in der Fachpresse erfolgen regelmäßig. Unter der Leitung von Dr. sc. techn. Oberländer, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, erarbeitete ein Kollektiv des FUA 1.9 das Fachbuch „Elektrotechnische Anlagen in der Landwirtschaft“, das im vergangenen Jahr im VEB Verlag Technik Berlin erschien und sofort vergriffen war, so daß jetzt die 2. Auflage vorbereitet wird.

Wichtig sind die fachliche Betreuung des Standards TGL 200-0629 „Elektrotechnische Anlagen in der Landwirtschaft“ und die Zuarbeit bzw. Begutachtung anderer Fachbereichstandards. In diesem Zusammenhang bearbeiten wir viele Anfragen der Praktiker.

Wissenschaftlich-technische Probleme bilden einen weiteren Schwerpunkt der KDT-Arbeit. Gegenwärtig beschäftigt uns beispielsweise sehr die Verbesserung der

Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag bei der Rekonstruktion von Tierproduktionsanlagen. Ständig zu lösen sind Fragen der rationellen Energieanwendung, der Materialökonomie und des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes. Für die Einführung der Mikroelektronik in der Landwirtschaft entwickeln wir ebenfalls Aktivitäten.

Frage: Sehen sie Möglichkeiten, die KDT-Arbeit auf ihrem Fachgebiet weiter zu verbessern?

Dr. Rößner: Selbstverständlich sehen wir Möglichkeiten zur weiteren Verbesserung der KDT-Arbeit. Beispielsweise verfolgen wir seit langem das Ziel, in jedem Bezirk einen arbeitsfähigen Arbeitsausschuß der KDT „Elektrotechnische Anlagen in der Landwirtschaft“ zu gründen, damit die Wirksamkeit der KDT-Initiativen auf unserem Fachgebiet im gesamten Bereich der Landwirtschaft gesteigert wird. Leider haben wir in einigen Bezirken trotz intensiver Bemühungen bisher unser Ziel nicht erreicht. Dazu gehören z. B. auch die Bezirke Schwerin, Rostock, Neubrandenburg und Frankfurt (Oder). In diesem Zusammenhang möchte ich alle Landwirtschaftsbetriebe an ihre Verpflichtung erinnern, die gesetzlichen Bestimmungen zur Elektroenergieanwendung einzuhalten; und empfehlen, die Elektrofachleute im Bereich der Landwirtschaft ständig zu qualifizieren. Die Mitarbeit dieser Kollegen in Fachgremien der KDT bietet dafür ausgezeichnete Voraussetzungen. Anfragen und Wünsche um Unterstützung sind jederzeit beim FUA 1.9 der KDT willkommen.

Wir danken für das Gespräch.

A 4474

Fortsetzung von Seite 502

erreichte, wurden z. B. keine Spannungen bzw. Druckspannungen festgestellt, und bei einer 30 µm dicken Schicht (aus dem gleichen Bad) treten Zugspannungen auf. Die Ni/Co/P-Schichten haben auch eine 2,5- bis 5fach bessere Korrosionsbeständigkeit als die Ni/P-Schichten aus einem alkalischen Bad. Sie haften besser am Untergrund. Die Laboruntersuchungen beider Bäder ergaben, daß sie zur Regenerierung von Zahnrädern mit Erfolg angewendet werden können.

A 4521

Hinweis für unsere Leser

Für das Heft 12/1985 der „agrartechnik“ bereiten wir u. a. folgende Beiträge zum Thema „Mechanisierung in der Futter- und Tierproduktion“ vor:

- Thermische Aufbereitung von Kartoffeln
- Anbaufräslader für Traktoren
- Fremdkörperabscheidung aus Sammelfutter
- Wärmerückgewinnung in der Schweineproduktion
- Rationalisierung von Jungrinderanlagen.

Die Redaktion