

Untersuchungen zur Korrosion von Metallen in Anlagen der Tierproduktion und Verfahren des Korrosionsschutzes

W. A. Korotkewitsch, Minsk (UdSSR)

In Anlagen der Tierproduktion tragen rd. 30 veränderliche Faktoren gleichzeitig zur korrosiven Zerstörung bei. Folgenden Einflüssen kommt eine besondere Bedeutung zu:

- Luftfeuchtigkeit, Temperatur
- Gehalt an Schwefelwasserstoff und Schwefeldioxid
- chemische Zusammensetzung des Futters und der Desinfektionsmittel
- biologische Zerstörung von Metallen und Beschichtungen
- physikalisch-chemische Eigenschaften der sich bildenden Korrosionsprodukte.

Untersuchungen zeigten, daß die Korrosion ungeschützter Erzeugnisse aus Stählen mit geringem Kohlenstoffgehalt im Mikroklima der Tierställe mit der Korrosion unter atmosphärischen Bedingungen übereinstimmt. Die Auswertung der Ergebnisse von Experimenten ermöglicht es, eine empirische Gleichung aufzustellen, die die Gesetzmäßigkeiten bei der komplexen Einwirkung aller Parameter des Mikroklimas charakterisiert. Für gleichbleibende Korrosionsbedingungen wird die Abhängigkeit in folgender Gleichung ausgedrückt:

$$v_k = \frac{t}{at + b};$$

v_k Korrosionsgeschwindigkeit in g/m^2
 t Zeitdauer in Monaten
 a, b Koeffizienten.

Der Charakter der Korrosionsgeschwindigkeitsänderung kann durch eine Analyse der Abhängigkeit der Korrosionsgeschwindigkeit von der Zeitdauer veranschaulicht werden.

In den ersten Monaten, wenn die Zerstörung der ersten Oxydationsschicht erfolgt, verläuft die Korrosion der Metallteile langsam. Mit der Vergrößerung der zerstörten Oberfläche erhöht sich die Korrosionsgeschwindigkeit. Wenn dann die gesamte ungeschützte Oberfläche des Metalls mit den aggressiven Komponenten des Mikroklimas in Berührung kommt, wächst die Korrosionsgeschwindigkeit erheblich an. Die experimentell beobachtete Verlangsamung der Korrosionsgeschwindigkeit erklärt sich aus den depolarisierenden Eigenschaften der Korrosionsprodukte und der elektrochemischen Abschirmung der aktiven Oberfläche.

Die Korrosionsgeschwindigkeit kann sich für verschiedene Tierproduktionsanlagen bedeutend unterscheiden:

- Geflügelanlagen mit Käfighaltung $5 g/m^2 \cdot a$
- Schweinemaststall $240 g/m^2 \cdot a$.

Der größte Wert für die Korrosionsgeschwindigkeit wurde bei einer Luftfeuchtigkeit von mehr als 85% festgestellt. Er ermöglicht die Bildung von Mikrokondensationsschichten der Feuchtigkeit auf der Metalloberfläche, in denen sich Gaskomponenten des Mikroklimas lösen und die Korrosionsprozesse beschleunigen. Berechnungen zeigen, daß unter Berücksichtigung der vorhandenen Tierarten und der Aggressivität des jeweiligen Stallklimas der durchschnittliche Metallverlust in der Tier-

produktion durch korrosive Zerstörung jährlich 2 bis 3% der Gesamtmasse der angewendeten Metallteile beträgt.

Nach den Ergebnissen der Röntgenfluoreszenzanalyse in Rinderställen enthalten die Korrosionsprodukte der Ausrüstungen nach viermonatiger Nutzung röntgenamorphe Komponenten. Nach einem Jahr ist Eisenhydroxid in einer geringen Menge vorhanden. Nach zwei Jahren Exposition verringert sich der Anteil des Eisenhydroxids.

Die thermographische Analyse zeigt als Inhalt der Korrosionsprodukte eine bedeutende Menge gebundenen Wassers (als Eisenhydroxid), womit ein großer endothermer Effekt bei Temperaturen von 145 bis 170°C verbunden ist. Das ist ein Hinweis auf die Anwesenheit von hydratisierten Formen des Eisenoxids in den Korrosionsprodukten, die im allgemeinen verzerrte Kristallgitter haben.

Außer Wasser beinhalten die Korrosionsprodukte organische Beimengungen, die in den Thermogrammen einen exothermen Effekt bei einem Temperaturmaximum von 250 bis 370°C hervorrufen.

Die Zusammensetzung der Korrosionsprodukte in Schweinemastställen ist anders. In den ersten Monaten haben sie einen ausdrücklichen Kristallcharakter. Der Einfluß der hydratisierten Formen des Eisenoxids ist im gegebenen Fall bedeutend geringer, weil in den Schweinemastställen die Korrosionsgeschwindigkeit höher und die Anzahl kristalliner Korrosionsprodukte bedeutend größer sind.

In diesen Tierställen ist in den Korrosionsprodukten eine größere Anzahl organischer Stoffe enthalten, deren Anteil sich mit der Zeit vergrößert. Exotherme Effekte treten in einem großen Temperaturintervall von 280 bis 680°C mit einigen Spitzen auf. Die chemische Zusammensetzung der Korrosionsprodukte ist für alle Typen der Schweineställe praktisch konstant. Die Korrosionsprodukte enthalten wenige aggressive Beimengungen:

- Sulfate $< 1\%$
- Chloride $< 0,25\%$.

Aluminium und seine Legierungen unterliegen einer sehr geringen Korrosion. Die Korrosionsgeschwindigkeit ist wesentlich geringer als die von Stählen mit geringem Kohlenstoffgehalt und beträgt 1 bis $2 g/m^2 \cdot a$. Deshalb kann beim Bau von Tierställen mit Aluminiumkonstruktionen (Luftzuführungen, Wandverkleidung, Rohrleitungen usw.) auf zusätzlichen Korrosionsschutz verzichtet werden.

Die Schutz Eigenschaft von Zinkbeschichtungen ist stark von der Zusammensetzung der Atmosphäre abhängig. Untersuchungen zeigten, daß in Tierställen eine Zerstörung der Zinkbeschichtung mit einer Geschwindigkeit von 20 bis $30 g/m^2 \cdot a$ abläuft, d. h. 15- bis 20mal intensiver als bei Aluminium und seinen Legierungen. Auf der Oberfläche verzinkter Erzeugnisse treten nach 1 bis 2 Jahren Korrosionsprodukte auf. Die korrosive Zerstörung vollzieht sich durch die Bildung von Zinkoxid und Zinkhydroxid sowie seiner Karbonate und

Sulfite. In einigen Fällen sind die Korrosionsprodukte des Zinks Komplexsalze.

Untersuchungen im Labor und in der Praxis ermöglichten es, genügend effektive Schutzbeschichtungen unter den Bedingungen des Stallklimas auf der Grundlage der von der sowjetischen Industrie hergestellten Lacke und Farben zu ermitteln. Für die Untersuchungen wurden 15 Arten von Lacken auf der Grundlage von 10 verschiedenen filmbildenden Materialien verwendet. Unter den Bedingungen des Stallklimas haben Lacke auf der Basis von Vinylchloriden (ChW-110, ChW-785), Epoxiden (EP-773, EP-140) und Emailen (ML-12-02) die besten Schutzeigenschaften. Die Grenznutzungsdauer eines aus Grundanstrich und zwei Schichten emailierten Belags (Dicke des 3-Schicht-Komplexes 70 bis 85 μm) bestehenden Anstrichs beträgt 3,5 bis 4 Jahre. Es wurde festgestellt, daß die für den Korrosionsschutz vorgeschlagenen Lackfarben, nach einer bestimmten Technologie und Verbrauchsnorm aufgetragen, keine Gefahr für den Gesundheitszustand der Tiere darstellen, nicht auf ihre Reproduktionsfähigkeit, ihr Wachstum und ihre Entwicklung wirken und nicht die Qualität der Tierproduktion (z. B. Milch) senken. Sie können ohne negative Auswirkungen zum Schutz montierter Ausrüstungen und Metall-erzeugnisse in Tierproduktionsanlagen angewendet werden.

Unter Berücksichtigung der guten Korrosionsschutzeigenschaften von Aluminium und seinen Legierungen wurde die Lebensdauer von Aluminiumbeschichtungen überprüft. Die Schutzschicht wurde mit einem Metallaufdampfvorgang auf die Muster aufgetragen. Die Schichtdicke betrug 230 μm . In allen Tierställen, in denen Korrosionsflächen aufgestellt wurden, unterlag der Aluminiumüberzug während der Erprobungszeit keinerlei sichtbarer Zerstörung.

Allgemein haben Metallüberzüge eine gewisse Porosität. In Anwesenheit von Medien, die Korrosion hervorrufen, garantieren diese Beschichtungen keinen zuverlässigen Schutz des Untergrunds. In diesem Fall füllten sich die beim Aufdampfen bildenden Poren bei hoher Luftfeuchtigkeit schnell mit Aluminiumhydroxid, und der Überzug wurde praktisch fast undurchlässig. Der Mechanismus der Schutzwirkung von Aluminiumüberzügen ist noch nicht vollständig geklärt. Hier ist der Absorptionswert von schwefligem Gas und Schwefelwasserstoff auf die Schutzschicht geringer, da sich auf der Oberfläche der Aluminiumschicht ein Oxidfilm bildet. Bei langzeitlicher Nutzung verhält sich der Aluminiumüberzug ähnlich wie Verzinkungen und garantiert einen Teilschutz. Die durchgeführten Berechnungen zeigen, daß die mittlere Lebensdauer von Beschichtungen auf der Grundlage von Aluminium in Tierproduktionsanlagen 20 bis 25 Jahre beträgt. Die Perspektive von Aluminium als Korrosionsschutz besteht darin, daß diese Überzüge im Gegensatz zur Verzinkung die Qualität der Schweißnähte nicht ver-

schlechtern. Das Lichtbogenschweißen von aluminiumbeschichteten Konstruktionen kann mit Wechsel- oder Gleichstrom durchgeführt werden.

Zink hat aufgrund seiner Korrosionsgeschwindigkeit unter Stallbedingungen schlechte Schutzeigenschaften. Falls es doch angewendet wird, sollte die Schichtdicke in diesen Fällen nicht weniger als 50 bis 60 µm betragen.

Bei den Technologien des Korrosionsschutzes kommt der Vorbereitung der Oberfläche ein hoher Stellenwert zu. Die Hauptschwierigkeiten treten bei der Beseitigung der Korrosionsprodukte auf. Gewöhnlich wird dafür Ätzen, Abstrahlen und Abschmirgeln empfohlen. Aber die Anwendung dieser Verfahren ist unter den realen Bedingungen der Anlagen nicht immer anwendbar und ökonomisch vertretbar. Um die Technologie der Oberflächenvorbereitung zu vereinfachen und die Aufwendungen für ihre Durchführung zu senken, werden Rostumwandler eingesetzt. Die Anwendung von Rostumwandlern ersetzt nicht traditionelle Verfahren. Ihre Anwendung ist bei der Bearbeitung von Teilen mit einer komplizierten Oberfläche und schwer zugänglichen Hohlräumen und bei der Erneuerung von Überzügen unter Einsatzbedingungen ratsam. In der UdSSR gibt es mehr als 40 Zusammensetzungen von Roststabilisatoren und -umwandlern. Auf ihrer Grundlage wurden

breite Untersuchungen durchgeführt und die Nützlichkeit ihrer Anwendung in der Technologie der Oberflächenvorbereitung nachgewiesen. Ein Mangel der vorhandenen Rostumwandler ist die lange Einwirkzeit (16 h), die für das Abfließen der Umwandlungsreaktion notwendig ist. In der UdSSR wurde eine Anwendungstechnologie für Rostumwandler bei erhöhten Temperaturen erarbeitet, bei der die Notwendigkeit einer langen Einwirkungszeit auf das Objekt entfällt.

In den letzten Jahren wurden in der UdSSR Betriebe für die Produktion von Montageteilen, Baugruppen und anderen Metallerzeugnissen für die Ausrüstung von Tierproduktionsanlagen gebaut. In ihnen werden nicht nur Baugruppen und Bauteile für die Wasserversorgung, Heizung, Ventilation, Abgrenzung der einzelnen Tierplätze usw. produziert, sondern auch Arbeiten zum Korrosionsschutz durchgeführt. Für die Farbgebungsabteilungen in den Fertigungsbetrieben wurden Ausrüstungen und Fließtechnologien mit Anwendungsverfahren entwickelt (elektrostatische Farbgebung). Ihre Anwendung ermöglicht den Korrosionsschutz von Metallerzeugnissen in einer zentralisierten Fertigung.

Das durchgeführte Untersuchungsprogramm auf dem Gebiet des Korrosionsschutzes umfaßt alle Funktionsstadien der Maschinen von ihrer Entwicklung bis zu ihrer Instandhaltung unter Einsatzbedingungen. Schon im Stadium

der Ausarbeitung der Maschinenkonstruktion ist es wichtig, dem Konstrukteur Informationen über das Verhalten der unterschiedlichen Materialien und Schutzüberzüge bei den für Tierställe charakteristischen Korrosionsbelastungen zu vermitteln, um die Anwendung ökonomischer und technischer Lösungen bei der Auswahl von Korrosionsschutzmaßnahmen zu garantieren. In der Fertigung besteht die Aufgabe der Vervollkommnung bekannter und der Entwicklung neuer Technologien und technischer Ausrüstungen, die eine hohe Schutzgüte und niedrige Energieaufwendungen haben sowie den Forderungen des Umweltschutzes genügen.

Die in der Einsatzphase erreichten Ergebnisse führen zur Auswahl von Korrosionsschutzmitteln, begründeten Technologien und Arbeitsverfahren eines prophylaktischen Korrosionsschutzes an den Maschinen und Ausrüstungen. Das Verbindungsglied bei der Lösung der Probleme des Korrosionsschutzes ist in allen Etappen die Analyse der Kosten zu der Einsatzzeit der Erzeugnisse und auch die Bestimmung des entsprechenden Korrosionsschutzaufwands in der Etappe der Fertigung und im Prozeß der Nutzung. Die Vielseitigkeit des zu lösenden Problems und dessen Bedeutung für die weitere Effektivitätssteigerung der Mechanisierung der Tierproduktion führte zu engen Verbindungen mit vielen wissenschaftlichen Forschungs- und Projektierungsorganisationen des In- und Auslands. A 3091

Stand und Entwicklungsperspektiven der Ausrüstungen von Instandhaltungseinrichtungen in der Landwirtschaft der UdSSR

W. N. Losew/A. P. Golubew, Moskau (UdSSR)

1. Allgemeine Analyse der Ausstattung von Instandhaltungseinrichtungen

Das Tempo des wissenschaftlich-technischen Fortschritts in den Instandhaltungseinrichtungen der Landwirtschaft hängt in bedeutendem Maß vom Entwicklungsstand der Wissenschaft und Technik und von der effektiven Anwendung der wissenschaftlichen Erkenntnisse in der Sphäre der materiellen Produktion ab. Die Grundlage der materiellen Produktion ist die technologische Ausstattung mit Geräten, Ausrüstungen und Transportmitteln entsprechend den Ausstattungsnormativen für die Instandsetzung, Pflege und Wartung von Traktoren, Kombines, LKW u. a. Landmaschinen. Für die Ausstattung von Instandhaltungseinrichtungen wurden in den letzten Jahren mehr als 5000 Typen verschiedener Geräte und Vorrichtungen entwickelt und mehr als 16 Mill. Stück dieser Ausrüstungen gebaut. So wurden 571000 Maschinen und Anlagen für die Reinigung von Maschinen, Baugruppen und Einzelteilen produziert und in den Instandsetzungsbetrieben sowie in den Werkstätten der Sowchosen und Kolchosen eingesetzt. Über

1,3 Mill. Vorrichtungen wurden für Demontage- und Montageprozesse bei der Instandsetzung von mehr als 200 verschiedenen Maschinentypen gefertigt. Besondere Aufmerksamkeit wurde den Geräten zur Qualitätskontrolle (von ihnen wurden mehr als 2,9 Mill. St. hergestellt) und zur Diagnose (1,7 Mill. St.) gewidmet. Begonnen wurde die Produktion mobiler Ausrüstungen zur Pflege und Wartung der Landtechnik. Damit wurde ein bedeutender Beitrag für die Industrialisierung der landwirtschaftlichen Produktion geleistet.

Die Instandhaltungseinrichtungen sind im wesentlichen mit den notwendigen Arbeitsmitteln für die Durchführung der technologischen Prozesse entsprechend den wissenschaftlich-technischen Dokumentationen ausgerüstet (Tafel 1).

Alle entwickelten Vorrichtungen wurden durch eine Kontrollkommission des Staatlichen Komitees für Landtechnik („Goskomselchostehnika“) der UdSSR angenommen. Bei Erzeugnissen, die nicht serienmäßig produziert werden, liegt eine komplette technische Dokumen-

tation zu ihrer Herstellung in den Instandhaltungsbetrieben vor. Diese Dokumente können bei den Abteilungen des Instituts GOSNITI und in den Spezialabteilungen des Leitkonstruktionsbüros von „Goskomselchostehnika“ abgefordert werden. Eine besonders große Bedeutung im Maßnahmeplan für die Entwicklung der Instandhaltung haben die Vervollkommnung der Instandsetzungstechnologien und die Erhöhung der Grenznutzungsdauer instand gesetzter Maschinen und Baugruppen. Die Grenznutzungsdauer spezialisiert instand gesetzter Technik darf nicht weniger als 80% der Grenznutzungsdauer neuer Maschinen betragen. Die Realisierung dieser Forgerung kann nur durch die Anwendung von entsprechenden Arbeitsmitteln (Vorrichtungen und Ausrüstungen) für die vorgesehene Technologie garantiert werden. Eine besondere Aufmerksamkeit muß dabei der Entwicklung von Vorrichtungen für die geometrische Bewertung, Montage, für Einlauf- und Prüfvorgänge gewidmet werden.

So wurden z. B. für die Prüfung von Motorblöcken, Kurbelwellen, Pleuel und Gleitbuch-