

Grundlegende Probleme zur zielgerichteten Instandhaltung von Maschinen¹⁾

Dr. d. techn. Wiss. S. S. Čerepanov, GOSNITI Moskva

Die Hauptrichtung der Wirtschaftspolitik der UdSSR, die auf dem XXV. Parteitag der KPdSU zur weiteren ökonomischen Stärkung des Landes festgelegt wurde, ist die wesentliche Erhöhung der Effektivität und Qualität der gesellschaftlichen Produktion.

Die Hauptaufgaben der Landwirtschaft werden durch die Konzentration und Spezialisierung, durch die Bildung von Agrar-Industrie-Vereinigungen, durch die Entwicklung einer richtigen Struktur der Grundfonds sowie durch die weitere Vervollkommnung der Leitung der Produktion gelöst.

Besondere Bedeutung für die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion haben die Erhöhung des Nutzeffekts der Investitionen, die intensivere Nutzung der landtechnischen Arbeitsmittel und die Vervollkommnung des ingenieurtechnischen Dienstes auf dem Lande. Besonders wichtig ist gegenwärtig die Verbesserung der Arbeitsqualität und der Einsatzeffektivität der landtechnischen Arbeitsmittel.

Die stürmische Entwicklung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts in den letzten Jahren schuf mit der planmäßig vorbeugenden Instandhaltung Voraussetzungen für eine bedeutend verbesserte Ausnutzung der Technik und für die Senkung der Instandhaltungskosten. Im vergangenen Fünfjahrplan wurden die Ergebnisse umfangreicher Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in die Praxis eingeführt. Positive Ergebnisse konnten beim Erhöhen der Instandsetzungsqualität, beim Verbessern der technischen Betreuung des Maschinen-Traktoren-Parks, beim Erhöhen der Zuverlässigkeit und beim Verbessern der Arbeitsfähigkeit der landtechnischen Arbeitsmittel erzielt werden.

Dazu trägt die Ausarbeitung und breite Anwendung neuer Organisationsformen der spezialisierten technischen Betreuung der landtechnischen Arbeitsmittel in den Kolchosen und Sowchosen unter aktiver Beteiligung der Betriebe der Vereinigung „Sojuzsel'choztekhnika“ bei. Durch das Anwenden zentral ausgearbeiteter technologischer Vorschriften und von in Großserie hergestellten Geräten der Technischen Diagnostik ist ein wesentlich höheres Niveau der technischen Betreuung erreicht worden, das sich auf Funktion und Schädigungszustand der landtechnischen Arbeitsmittel positiv ausgewirkt hat.

Gegenwärtig wird ein System von technologisch-organisatorischen Maßnahmen und technischen Hilfsmitteln entwickelt und eingeführt, das eine wesentliche Vergrößerung der ausfallfreien Nutzungsdauer und ein besseres Ausnutzen der Abnutzungsreserve von Instandgesetzten Objekten bis zu einem Niveau von mehr als 80% der mittleren Grenznutzungsdauer fabrikaner Objekte gewährleistet.

Die Einzelteilinstandsetzung, die Instandsetzung von Baugruppen und auch von kompletten Maschinen wird in großen spezialisierten Betrieben entwickelt, die neue Technologien und Mittel der komplexen Mechanisierung und Automatisierung der Instandhaltungsprozesse anwenden. Die im landtechnischen Instandhaltungswesen verwirklichten Maßnahmen bewirken eine Verbesserung der Verfügbarkeit

bzw. der Maschinenauslastung um 20 bis 25%, eine Senkung des Ersatzteilverbrauchs um 15 bis 20% und des Kraftstoffverbrauchs um 8 bis 10%. Diese erreichten Resultate schöpfen die bestehenden Möglichkeiten aber noch nicht aus. Für die optimale Nutzung der landtechnischen Arbeitsmittel ist die Ausarbeitung von optimierten Instandhaltungsmethoden, Technologien und Organisationsformen erforderlich. Die Untersuchung der Schädigung an Maschinenelementen, einem komplizierten dynamischen System mit stochastischem Charakter, zeigt die dringende Notwendigkeit, optimierte Instandhaltungsverfahren auszuarbeiten. Das existierende System der Instandhaltung basiert vor allem auf dem Zusammenhang zwischen Nutzungsdauer und Instandhaltungsmaßnahmen. Es beruht auf deterministischen Methoden. Es ermöglicht keine optimale Instandhaltung, weil die Instandhaltungsmaßnahmen vom wirklichen Schädigungszustand des einzelnen Elements ausgehen müssen und nur so ein minimaler Aufwand an lebendiger und vergewandelter Arbeit für die Instandhaltung erreicht wird.

Um eine höhere Effektivität des Maschineneinsatzes zu erreichen, müssen komplexere und vollkommnere Methoden der optimierten zielgerichteten Instandhaltung angewendet werden, die eine enge Wechselwirkung zwischen Einsatz- und Erhaltungsstrategie darstellen. Die Instandhaltungsstrategie bestimmt die Perspektivplanung der Instandhaltungskapazitäten, der Arbeitskräfte- und Materialressourcen. Die Taktik der Instandhaltung muß die laufende Programmierung der Maßnahmen der Pflege und Wartung, der operativen Einsatzbetreuung und der vorbeugenden Instandsetzung in Abhängigkeit vom tatsächlichen Schädigungszustand der Maschinen bestimmen.

Die Instandhaltungsstrategie wird durch technische Normative (Schädigungsgrenzen — der Bearb.), die die Instandsetzungsbedürftigkeit charakterisieren, und durch statistische Charakteristiken der Maschineneigenschaften des spezifischen Typs (z. B. Abhängigkeit der Arbeitsfähigkeit vom Schädigungszustand — d. Bearb.) bestimmt.

Der Strategie der Instandhaltung liegt die Überwachung der dynamischen Veränderung des technischen Zustands der Elemente einer konkreten Maschine mit Hilfe der Diagnose des Zustands und der Funktion der Maschine oder anderer Methoden zur Bestimmung von Zeitpunkt, Art und Ort der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten zugrunde. Auf diese Weise muß das reale System der Instandhaltung die nichtdeterminierten, wahrscheinlichkeits-behafteten Beziehungen zwischen Nutzungsdauer bzw. Alter und Schädigung bzw. Geschwindigkeit der Veränderung der Funktionsparameter von Maschinen widerspiegeln.

Das veraltete deterministische Herangehen erschwert die Ausnutzung der modernen Wahrscheinlichkeitstheorie und der Bedienungstheorie für die Planung der Instandhaltung und nutzt in der Praxis die Erkenntnisse wissenschaftlicher Arbeiten nicht aus.

Aus diesen und anderen Gründen kann man ersehen, daß Untersuchungen zu den Gesetzmäßigkeiten der Schädigung von Maschinenteilen, zum Bestimmen der wirklichen Ursachen und des Charakters der Schädigung nötig sind. Die Gesetzmäßigkeiten der Veränderung des technischen Zustands von Maschinen mit Hilfe steuernder Tätigkeiten müssen für eine qualitativ bessere Instandhaltung ausgenutzt werden. Forschungsergebnisse über die Abhängigkeit von äußeren Einflüssen und der steuernden Tätigkeit der Instandhalter sind die Grundlage für die Organisation des Instandhaltungsprozesses. Auf ihre Erforschung müssen die wesentlichen Anstrengungen der Maschinennutzer gerichtet sein.

Ausgehend von den Aufgaben, die der XXV. Parteitag der KPdSU zum Erhöhen der Effektivität und der Qualität der Produktion gestellt hat, ist die Aufmerksamkeit vor allem auf die Lösung folgender Probleme der optimalen Instandhaltung zu richten:

- Untersuchung der grundlegenden Ursachen und des Charakters der Schädigung von Maschinenteilen und daraufhin Klärung der Dynamik der Arbeitsfähigkeit von Maschinen
- Begründung des Einflusses wesentlicher Faktoren auf Arbeitsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Einsatzeffektivität von technischen Arbeitsmitteln und Modellierung dieser Zusammenhänge
- Schaffung eines integrierten Systems von Instandhaltungsnormativen, die die territorialen Einflußfaktoren und Bedingungen berücksichtigen
- Entwicklung und Einführung von hoch effektiven Methoden und Mitteln für ein zielgerichtetes Einwirken auf die Faktoren, die die Instandhaltungsprozesse bestimmen
- Vervollkommnung und Automatisierung der Verfahren und Geräte zum Überprüfen des Maschinenzustands, um hinreichend genaue Informationen über die Arbeitsfähigkeit der Maschinen zu erzielen
- Begründung und Berechnung der Instandhaltungskapazitäten für die Landwirtschaft und der materiell-technischen Sicherung der Instandhaltung
- Begründung und Einführung von Organisationsmethoden zum Erhalten der Arbeitsfähigkeit und Zuverlässigkeit der Maschinen über verallgemeinerte technisch-ökonomische Kennziffern.

Zur Lösung des ersten Problems müssen die Ursachen zu geringer Grenznutzungsdauern, ungünstiger Arbeitsbedingungen der Maschinenelemente oder unzureichender Herstellungs- oder Instandsetzungstechnologien aufgedeckt werden. Verzogene Gehäuseteile, dynamische Unwucht, Schwingungen und instabile Funktion infolge von Schädigungen der Verbindungselemente und Ermüdungserscheinungen sind wesentliche Ursachen verringerter Grenznutzungsdauer. Überaus wichtig ist dabei das Studium der zusätzlichen statischen und dynamischen Wirkungen, die durch verschleißbedingte Vergrößerungen von Spalten und

Passungen entstehen. Derartige Erscheinungen werden als innere Störung bezeichnet.

Sehr wichtig sind auch hinreichende Kenntnisse über schädigungsbedingte Abweichungen der Funktionsparameter der Maschinenteile in Abhängigkeit von ihrer Nutzungsdauer und von ihrem Alter (Schädigungsverhalten — d. Bearb.). Dazu muß nach Meinung des Autors für die Approximation stetiger Prozesse die Zufallspotenzfunktion breiter angewendet werden. Für die Restnutzungsdauerprognose ist die Kenntnis dieser Abhängigkeiten für alle wesentlichen Maschinenteile erforderlich.

Besondere Beachtung ist dem Studium der Dynamik der Arbeitsfähigkeit über sogenannte verallgemeinerte Parameter zu schenken, die den Zustand der Arbeitsfähigkeit und ihre Veränderung über die Nutzungsdauer komplex kennzeichnen. Solche Zustandsparameter sind z. B.

- Leistung
- Kraftstoffverbrauch
- Arbeitsqualität
- Zustand von Maßketten
- spezifische Instandhaltungskosten.

Zur Klärung des Einflusses verschiedener Faktoren, die die Arbeitsbedingungen und die Instandhaltungsqualität kennzeichnen, auf verallgemeinerte Zustandsparameter sollte in breitem Maß die Regressionsanalyse angewendet werden. Sie gewährleistet das Erkennen des Einflußgrades durch jeden dieser Faktoren auf die Geschwindigkeit der Parameterveränderung.

In erster Linie sollten Maschinenteile untersucht werden, die hohe Instandhaltungskosten verursachen und kleine mittlere Grenznutzungsdauern haben.

Bei der ökonomischen Beurteilung von Instandhaltungsprozessen und von Maschineneinsatzprozessen sind die Ausfallverluste der Maschinen infolge instandhaltungsbedingter Stillstandszeiten zu berücksichtigen. Ihre Höhe ist beachtlich.

Die Lösung des zweiten Problems ist mit der des ersten Problems eng verbunden. Wenn hinreichend komplexe Informationen über Ursache und Charakter der Schädigung einerseits und über die Dynamik der Arbeitsfähigkeit andererseits vorliegen, so können Modelle geschaffen und die nutzungsdauerabhängige Veränderung der Arbeitsfähigkeit unter Beachtung der Einflußfaktoren bestimmt werden. Das ist für die Restnutzungsdauerprognose und für die Steuerung des Maschineneinsatzes nötig. Wichtig ist dabei die exakte Wahl aller die Instandhaltung steuernden Faktoren. Dabei sind technische und organisatorische Aspekte zu beachten. Zu den technischen Aspekten gehören die technischen Merkmale der Instandhaltung, die Periodizität der technischen Diagnosen, die voraussichtlichen Nutzungsdauerwerte bis zur Instandsetzung, die Abschreibungszeit sowie die Möglichkeit, durch Instandsetzung den Herstellungszustand wieder zu erreichen (Festigkeit, Verschleißfestigkeit, Bearbeitungsgenauigkeit u. a. m.). Organisatori-

sche Aspekte sind das Niveau der operativen Einsatzbetreuung, das Maß der Spezialisierung und Kooperation der Produktion und Instandsetzungsproduktion — d. Bearb.), die Versorgung mit Ersatzteilen und Instandsetzungsmaterial und ihre Qualität u. a. m.

Zur Synthese der Einflüsse, die für die instandhaltungstechnische Beeinflussung der Zuverlässigkeit und der Arbeitseffektivität der technischen Arbeitsmittel insgesamt nötig ist, muß das zu schaffende Modell die spezifischen Instandhaltungskosten in Abhängigkeit von dem Komplex der zu steuernden Faktoren widerspiegeln. Zielgerichtet kann der eine oder andere steuernde Faktor verändert werden, so daß man mit Hilfe der gefundenen optimalen Instandhaltungsstrategie bzw. Einsatzstrategie die minimalen Kosten und maximale Produktivität sichert.

Die Schaffung eines integrierten Systems von Instandhaltungsnormativen (Problem 3), die die optimale Steuerung des Instandhaltungsprozesses in Abhängigkeit von der Instandhaltungsbedürftigkeit der Maschinen im Mittel eines begrenzten Territoriums ermöglichen, ist für die Instandhaltungspraxis von ganz besonderer Bedeutung. Diese Normative müssen die Entwicklung eines Netzes von Instandhaltungskapazitäten und Kapazitäten der materiell-technischen Versorgung so fördern, daß die notwendige Zuverlässigkeit und Effektivität des Maschineneinsatzes gesichert ist. Hervorgehoben durch territorial verschiedene Schädigungsgeschwindigkeiten, können die anzuwendenden Instandhaltungsmethoden und die einzusetzenden materiell-technischen Mittel unterschiedlich sein.

Das territorial differenzierte Herangehen an die Instandhaltung erfordert eine große Menge von Daten, deren Erfassung mit hohen Aufwendungen an lebendiger und vergegenständlichter Arbeit verbunden ist. Für die praktische Lösung dieser wichtigen Informationsaufgabe sind die Anwendungsmöglichkeiten der Ähnlichkeitstheorie zu untersuchen. Dazu müssen in breitem Maß Methoden der physikalischen und mathematischen Modellierung, der beschleunigten Verschleißprüfung und der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung angewendet werden.

Für die Schaffung von hocheffektiven Mitteln und Methoden für das zielgerichtete Einwirken auf die Instandhaltungsprozesse (Problem 4) interessiert besonders die Frage, mit welchem Instandsetzungsaufwand die Wiederherstellung bestimmter technischer Parameter der Maschinen möglich ist. Hierbei sind insbesondere technologische Probleme der Einzelteilinstandsetzung, der Demontage und der Montage (in der DDR auch der Schadensaufnahme — der Bearb.), aber auch der operativen Einsatzbetreuung zu bearbeiten. Das Endziel dieser Bemühungen muß die Erhöhung der Instandsetzungsqualität auf das Niveau der Neuherstellung sein. Erstrangige Aufgabe ist dabei die Beachtung der Grundabmessungen, Rahmen u. ä. bei der Schadensaufnahme und Instandsetzung. Davon hängt die Grenznutzungsdauer der

damit in Verbindung stehenden Maschinenelemente (z. B. Lager, Wellen, Zahnräder) ab.

Das Problem der Vervollkommnung und Automatisierung der Technischen Diagnostik (Problem 5) hängt mit dem o.g. Problem 4 eng zusammen. Seine erfolgreiche Lösung bringt die Richtigkeit und Vollständigkeit der Informationen über den technischen Zustand der Maschinen. Es ist deshalb eine wichtige Basis für Entscheidung über die Instandsetzungsnotwendigkeit. Zu entwickeln sind Diagnosegeräte der zweiten (elektronische) und der dritten Generation (automatisierte). Gleich wichtig sind Geräte für die Schadensuche und für Überprüfungsarbeiten bei der Pflege und Wartung. Gefordert werden produktive Geräte mit geringen Meßfehlern, die die Kontrolle der Arbeitsfähigkeit bei Herstellung, Instandsetzung und im Einsatz ermöglichen. Besonders hohe Anforderungen müssen an die Diagnosegeräte für Gehäuseteile, für die Oberflächen von Reibpaarungen und für die Gesamtqualität der Instandsetzung gestellt werden. In einigen Fällen ist von der einfachen zweidimensionalen Längenmessung zur dreidimensionalen Messung, insbesondere bei Kurbelwellen und Gehäusen, überzugehen.

Benötigt werden Öluntersuchungsverfahren auf Metall-, Wasser- und Kraftstoffgehalt. Keine geringe Bedeutung haben die Methoden zum Beurteilen der Montagequalität sowie des komplexen Schädigungsprozesses kompletter Baugruppen. Beispiele sind die Messung der Durchblasemenge und vibroakustische Meßverfahren. Die Schwierigkeiten der Technischen Diagnostik im Einsatz bleiben trotz umfangreicher Entwicklungsarbeiten noch groß. Umfangreiche Arbeiten müssen mit elektronischen, automatisierten Schnellprüfgeräten durchgeführt werden. Gleichzeitig ist gemeinsam mit der Industrie die diagnosegerechte Konstruktion, beispielsweise durch Einbau von Meßgebern bei der Herstellung der Maschine, zu entwickeln.

Die beiden letzten Probleme betreffen die Entwicklung der Organisationsstruktur der Instandhaltung in der Landwirtschaft und die Instandhaltungsmethoden. Dazu müssen Anzahl, Produktionsprogramm und Produktivität der Instandhaltungsbetriebe unter Beachtung territorialer Aspekte präzisiert werden. Besondere Bedeutung hat die Wahl der Instandhaltungsmethode nach Überprüfung, die die Instandhaltungsmaßnahmen in Abhängigkeit von der Schädigung und eine materielle Stimulierung der Nutzer für eine hohe Qualität und Termintreue der Instandhaltungsarbeiten sowie auch für Sanktionen bei Nichterfüllung der Forderungen ermöglicht.

Diese Darlegungen zeigen, daß der Instandhaltung in Praxis und Wissenschaft mehr Beachtung zu schenken ist und daß man größere wissenschaftliche Anstrengungen auf die Lösung dieser Aufgaben orientieren muß. A 1722

1) Übersetzer: Dr.-Ing. W. Schiroslawski
Bearbeiter: Prof. Dr. sc. techn. C. Eichler

Aus dem Bildungsprogramm der KDT 1977/78:

Lehrgang für Meister der Landtechnik

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Zusammenarbeit zwischen KfL und KAP bei der Erfüllung der Hauptaufgabe der sozialistischen Landwirtschaft
- Organisation der Pflege und Wartung in den KAP
- Arbeits-, Gesundheits- und Brandschutz

- Entwicklung der Landtechnik (neue Maschinen)
 - Hydraulische Systeme
 - Bremsen
 - Leiter-Kollektiv-Persönlichkeit
 - Probleme der Schweißtechnik.
- Teilnehmerkreis:**
Meister der KfL und KAP

Termin: III./IV. Quartal 1977 und I. Quartal 1978

Dauer: 40 Stunden (internatsmäßig)

Anmeldungen und Delegierungen sind an den Bezirksvorstand der KDT Frankfurt (Oder) zu richten.