

Die Untersuchungen des Stoßvorgangs beim Aufsetzen der Nadel einer Zapfendüse bei definierter Kurbelwellendrehfrequenz zeigte, daß der Impulspegel als zuverlässiges Kriterium der Funktionsfähigkeit der Düse in bezug auf die Federvorspannung und die Qualität des Zerstäubens dienen kann.

Die gezeigten Abhängigkeiten beziehen sich auf das Leerlaufregime des Motors. Folgerichtig soll auf die Möglichkeit der Erhöhung der Genauigkeit der Messung von Parametern bei Dieselmotoren leistungsstarker Traktoren verwiesen werden, die sich dadurch ergibt, daß die Steuerdiagramme günstiger sind und die Entfernungen wegen der Baugröße zwischen den Baugruppen größer werden.

Das oben beschriebene Verfahren der Vibrodiagnostik wurde mit einer Meßeinrichtung realisiert, deren schematischer Aufbau aus Bild 6 hervorgeht. Zum Gerät gehören ein induktiver OT-Marken-Geber a, ein piezoelektrischer Schwingungsaufnehmer des Meßkanals c und zu diesem analog ein Schwingungsaufnehmer für die Synchronisierung b.

Bei der Messung der Zustandsparameter aller Baugruppen von Dieselmotoren wird die Filterung e bei der jeweilig gegebenen Resonanzfrequenz des Schwingungsaufnehmers angewendet. Deshalb muß der Durchlaßbereich des Filters der Stoßdauer der überprüften Paarung entsprechen ( $f_{res} = 35 \text{ kHz}$ ;  $\Delta f = 3 \dots 4 \text{ kHz}$ ). Im Eingangsfiler sind die Elemente für die Abstimmung auf die feste Resonanzfrequenz des Meßwertaufnehmers enthalten, aber die Empfindlichkeit des Aufnehmers wird über die Einstellung des Verstärkungsfaktors des Meßkanals für die Amplitudenwerte entsprechend der Vorgabe eingestellt.

Die Teilsysteme a, b, d und f bilden die sogenannte Phasenverarbeitungseinrichtung. Ihre Aufgabe ist es, einen Strobimpuls entsprechender Phasenlage und Dauer zu erzeugen, um aus allen Signalen des Dieselmotors das Signal der zu überprüfenden Baugruppe zu erzeugen. Die Besonderheit der Phasenaufbereitung im Gerät besteht in der Ausnutzung der Synchronisierung des hochfrequenten Impulses durch entsprechende Formierung, indem ein Schwingungssignal der Einspritzdüse über den Schwingungsgeber b wirkt. Die Impulsfolgefrequenz stimmt mit der Arbeitstaktfrequenz des Motors überein. Der Synchronisierimpuls gestattet zuverlässig jeden beliebigen Wert aus den OT-Marken auszubilden, die ja doppelt je Arbeitszyklus beim Viertaktmotor vorhanden sind und außerdem als Bezugspunkte für die Erzeugung der Strobimpulse bei der Messung der Phasenparameter genutzt werden. Im Anzeigeteil h erfolgt die Ausblendung der

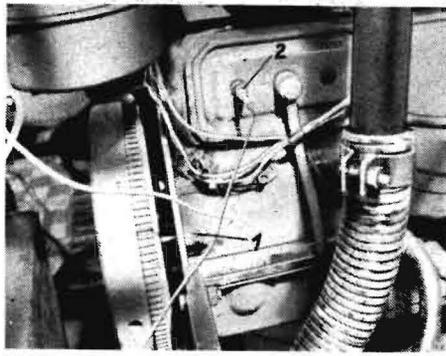
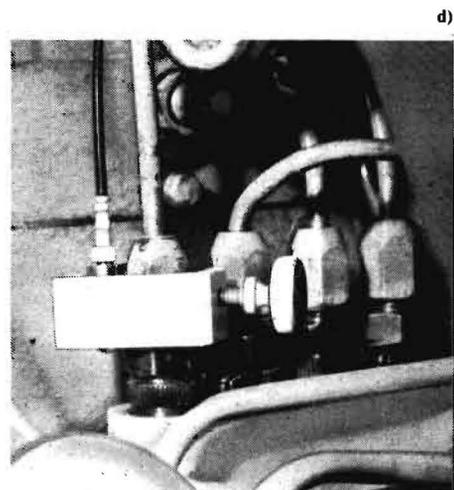
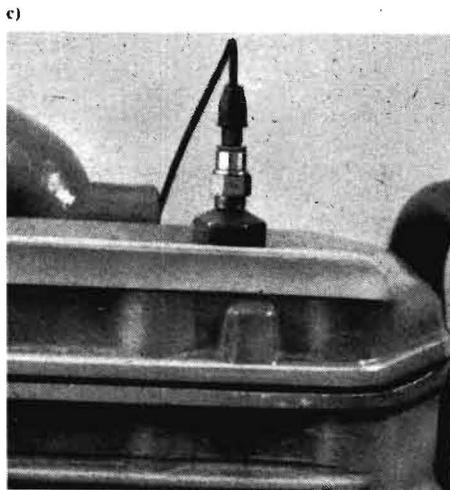


Bild 7. Varianten von Schwingungsaufnehmern:  
a) induktiver Aufnehmer für die OT-Marke (1), Schwingungsaufnehmer für die Diagnose der Zylinder-Kolben-Gruppe (2)



b) Schwingungsaufnehmer für die Zustandsbestimmung der Einspritzdüsen sowie zur Gewinnung des Synchronisierungssignals  
c) Schwingungsaufnehmer für die Messung von Ventilspiel und Gaswechselzeiten  
d) Schwingungsaufnehmer für die Bestimmung des Kraftstoffvorauspritzwinkels

von den zu überprüfenden Paarungen abgestrahlten stoßerregten Schwingungsimpulse in den entsprechenden Strobabschnitten, weiterhin die Erzeugung und Anzeige von Meßsignalen für die Zeitintervalle zwischen Beginn des Schwingungsimpulses und einem Bezugspunkt oder dem Beginn des Strobimpulses sowie auch der mittleren Maximalamplitude eines Schwingungsimpulses für eine bestimmte Anzahl von Werten. Anhand der gemessenen Phasenlage kann entsprechend dem Bezugspunkt sowie der gemittelten Maximalamplitude der Schwingungsimpulse der technische Zustand der untersuchten Baugruppe des Dieselmotors beurteilt werden. In diesem Zusammenhang sei auf die Effektivität der Anwendung von Phasenparametern für

die Diagnostik verwiesen, die es gestatten, die Anforderungen an die Schwingungsaufnehmer (Bild 7) hinsichtlich der Kalibrierung ihrer Empfindlichkeit sowie ihrer Befestigungsart zu vereinfachen. So können zur Befestigung der Schwingungsaufnehmer Klammern, Dauermagnete, Tastspitzen usw. verwendet werden. Das entwickelte Verfahren und die Meßeinrichtung haben ihre hohe Effektivität bei der Einsatzerprobung unter Bedingungen eines Motorenherstellers, aber auch in Diagnosestationen eines Sowchos bewiesen. AÜ 2409

1) Übersetzung und Bearbeitung: Dr.-Ing. H.-H. Maack, KDT/Dozent Dr. sc. techn. D. Troppens, KDT, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik

## Geräte und Verfahren zur vibroakustischen Diagnostik für die Landtechnik der UdSSR

Dr.-Ing. H.-H. Maack, KDT, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik

Beim Einsatz von Verfahren der technischen Diagnostik zur demontagelosen Bestimmung des technischen Zustands von Maschinen und Anlagen werden zunehmend Verfahren angewendet, die durch einen geringen Zeit- und

Arbeitsaufwand gekennzeichnet sind. In dieser Hinsicht werden auch vibroakustische Diagnoseverfahren als perspektivreich angesehen [1, 2]. Diese Methoden beruhen auf der Messung und Verarbeitung der von bestimmten

Oberflächen abgenommenen Körper- bzw. Luftschallsignale als Informationsträger für die Bewertung von bestimmten Zustandsgrößen entsprechender Bauteilpaarungen (z. B. Lager-spiele) im Inneren der Maschine.

Neben der Erfassung vibroakustischer Parameter besteht oft die Notwendigkeit, weitere Größen (Temperaturen, Drehzahlen, Drücke u. a.) entweder für die Kontrolle des Diagnoseregimes oder für die Erstellung einer tiefergehenden Diagnose mit zu erfassen, so daß aufgrund der besonderen Einsatzbedingungen der zu überprüfenden mobilen landtechnischen Arbeitsmittel meistens spezielle Geräte entwickelt wurden.

## 1. Stand der Realisierung vibroakustischer Diagnoseverfahren

### 1.1. Überblick

Die zunehmende Anwendung vibroakustischer Diagnoseverfahren in der UdSSR kommt u. a. auch dadurch zum Ausdruck, daß bei fast allen Geräteentwicklungen Meßkanäle für die Erfassung und Verarbeitung von Schwingungssignalen vorhanden sind (Tafel I).

Fast alle Geräte erlauben neben der Erfassung von Schwingungsparametern die Messung von Drehzahlen sowie der Öl- und Wassertemperatur zur Einstellung und Kontrolle des notwendigen Arbeitsregimes (Betriebsbedingungen) bei der Diagnose.

### 1.2. Elektronisches Diagnosegerät EMDP-2 [3, 4]

Dieses transportable Gerät ist für die technische Diagnostik der landtechnischen Arbeitsmittel unter Einsatzbedingungen bestimmt. Es arbeitet netzunabhängig und hat relativ kleine Abmessungen (315 mm × 165 mm × 210 mm). Die Eigenmasse beträgt 5 kg. Dieses serienmäßig

Tafel I. Geräte zur vibroakustischen Diagnose mit unterschiedlicher Signalauswertung

Typ	Gesamtschwingungspegel	Frequenzselektion	Phasen-Stroboskopparameterbiegung
EMDP-2	×	—	×
UMDP-3	×	×	×
EMDP-3	×	×	×
DP-LSChT K-700	×	×	×
PdDD	×	×	×
Dieseltester	×	—	×
DIPS K 736	×	×	×

in der UdSSR produzierte Gerät hat sich bei der mobilen technischen Betreuung von Traktoren, Landmaschinen und Lkw bewährt. Folgende Parameter können diagnostiziert werden [3]:

- Gesamtschwingungspegel an den für die Diagnose geeigneten Stellen des Motors (Genauigkeit ±20%)
- Motordrehzahl von 0 bis  $33 \text{ s}^{-1}$  (Genauigkeit ±1,5%)
- Voreinspritzwinkel und Einspritzdauer im Bereich von 0 bis 873 mrad (0 bis 50°) Kurbelwinkel mit den Fehlergrenzen von ±5%
- Öl- und Kühlwassertemperatur des Motors im Bereich von 0 bis 100°C (Genauigkeit ±2%)
- Abhören der Baugruppen und Bauteilpaarungen.

Die Struktur und die Wirkungsweise des Geräts EMDP-2 gehen aus dem Blockschaltbild (Bild 1)

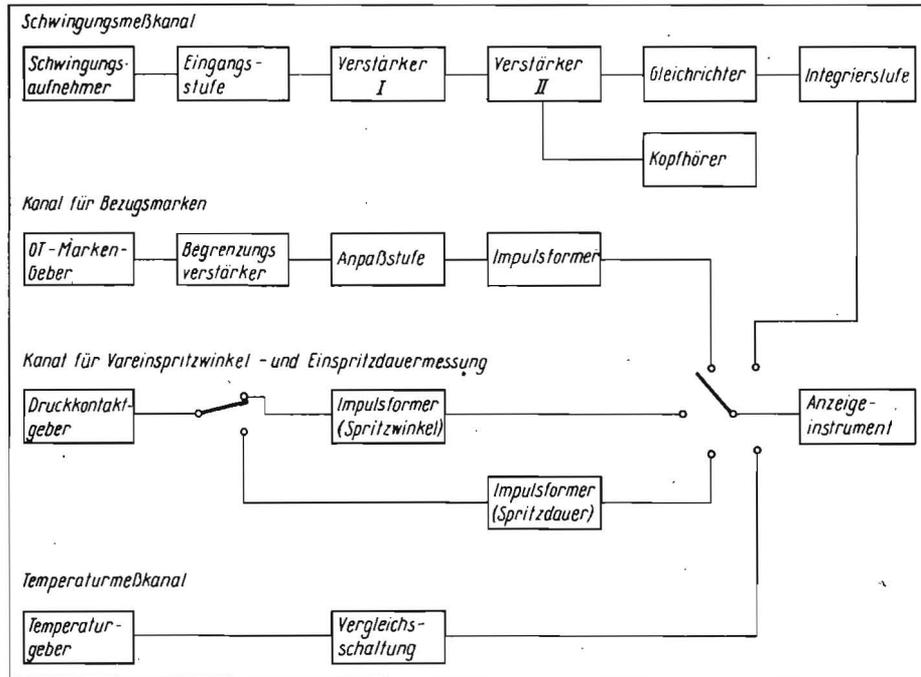


Bild 1  
Blockschaltbild des Diagnosegeräts EMDP-2



Bild 2  
Ansicht des Diagnosegeräts EMDP-3

hervor. Für die jeweiligen Diagnoseparameter stehen entsprechende Meßkanäle zur Verfügung.

Der Kanal für die Schwingungsmessung besteht aus einem ankoppelbaren piezoelektrischen Beschleunigungsaufnehmer und den für die Signalumformung und -verarbeitung notwendigen elektronischen Baugruppen. Für das Abhören wird der Schwingungsaufnehmer mit einer Tastspitze gekoppelt. Das verstärkte Signal ist über Kopfhörer vom Gerät über gesonderte Steckbuchsen abnehmbar.

Zur Drehzahlmessung werden in einem elektromagnetischen Aufnehmer durch eine Bohrung über der rotierenden Motorschwungmasse elektrische Impulse induziert, die schließlich, im Meßgerät nach Dauer und Amplitude formiert, über den Betriebsarten-Umschalter zur analogen Anzeige gebracht werden.

Der Kanal zur Messung des Voreinspritzwinkels des Kraftstoffs basiert auf der Bewertung der Länge eines Triggerimpulses, der in der Impulsformerstufe aus den Signalen eines Druckkontaktgebers in der Einspritzleitung und des Drehzahlgebers bei OT (oberer Totpunkt) gebildet wird. Bei der Messung der Einspritzdauer wird der Druckkontaktgeber allein auf die Impulsformerstufe geschaltet, von wo die Impulsdauer zwischen Öffnen und Schließen der Kontakte als Signal für die Einspritzzeit auf das Anzeigeteil gegeben wird.

Als Temperaturgeber für Kühlwasser und Motorenöl werden Halbleiterdioden bzw. Trioden verwendet, die unter der Bezeichnung „Stabiltron D-808“ als temperaturempfindliche Elemente in einem 6 mm dicken Sondenrohr untergebracht sind. Nach Signalumformung und Differenzbildung können die Meßwerte mit Hilfe eines Umschalters am Instrument zur Anzeige gebracht werden.

Der Einsatz des Schwingungsmeßkanals des EMDP-2 erfolgt vor allem in Form des elektronischen Stethoskops zur Schadensdiagnose durch Abhören. Gegenwärtig gibt es Bestrebungen, den Gesamtschwingungspegel an bestimmten Motorstellen als Komplexdiagnoseparameter auszunutzen.

### 1.3. Diagnosegeräte EMDP-3 und UMDP-3 [3]

Als Weiterentwicklung des Geräts EMDP-2 wurde seine Modifikation mit der Bezeichnung EMDP-3 geschaffen (Bild 2). Es unterscheidet sich von seinem Vorgänger durch Veränderungen im Schwingungsmeßkanal in der Weise, daß hier die Möglichkeiten der Frequenz- und Zeitselektion des Schwingungsmeßkanals vorhanden sind. Als Diagnoseparameter dienen zeitlich ausgeblendete Amplitudenwerte in bestimmten baugruppenspezifischen Frequenzbereichen. Die zeitliche Ausblendung (Strobierung) erfolgt zu vier Zeitpunkten, nämlich bei 0 rad (0°), 3,14 rad (180°), 6,28 rad (360°) und 9,43 rad (540°) Kurbelwinkel mit einem Strobierintervall von 0,524 rad (30°) Kurbelwinkel und ist somit für 4-Zylinder-Motoren festgelegt. Motordrehzahlen können mit diesem Gerät in zwei Bereichen gemessen werden, von rd. 2 bis  $50 \text{ s}^{-1}$  und von 50 bis  $200 \text{ s}^{-1}$ .

Während sich das tragbare und netzunabhängige Gerät EMDP-3 vor allem für operative Diagnosezwecke empfiehlt, ist das universelle Diagnosegerät UMDP-3 vorwiegend für den stationären Einsatz in Pflegestationen und Instandsetzungsbetrieben gebaut worden. Dieses Gerät ermöglicht das Erfassen folgender Parameter [5]:

- Motorleistung nach der Hochlauf- bzw. Auslaufmethode
- Phasenparameter von Paarungen (Vdr-

einspritzwinkel, Einspritzdauer, Ventilsteuerzeiten)

- Gesamtschwingungspegel (zur allgemeinen Zustandsermittlung von einzelnen Baugruppen und des Motors insgesamt)
- Schwingungssignale mit zeitlicher Ausblendung zur Spielbestimmung an Lagerstellen und zur Erstellung der Restnutzungsdauerprognose von Baugruppen
- Durchblasemenge der Verbrennungsgase in das Kurbelgehäuse
- Motordrehzahl nach kontaktlosen Verfahren
- Wasser- und Öltemperatur des Motors.

Bei allen Meßvorgängen wird mit einem zusätzlichen Meßkanal, die Motordrehzahl kontrolliert.

Die Geräte EMDP-3 und UMDP-3 wurden vor allem bei Untersuchungen zur Verfahrensentwicklung ausgenutzt. Die daraus resultierenden Erkenntnisse sind in die Projektierung von Diagnoseerätensystemen einfließen.

#### 1.4. Geräte zur Überprüfung der leistungsstarken Traktoren K-700 und K-701

Für die operative Überprüfung der Motoren JaMZ-238-NB des Traktors K-700 und JaMZ-240-B des K-701 wurde vom Lehrstuhl für Verbrennungsmotoren der Leningrader Landwirtschaftlichen Hochschule ein spezielles Diagnosegerät mit der Bezeichnung DP-LSChT K-700 entwickelt [6].

Dieses Gerät ermöglicht die Erfassung folgender Parameter:

- Kurbelwelldrehzahl von 0 bis  $66 \text{ s}^{-1}$
- Drehzahl des Abgasturboladers (ATL) von 0 bis  $1300 \text{ s}^{-1}$
- Motorleistung nach der Beschleunigungsmethode
- Ladedruck des ATL
- Ansaugunterdruck des Luftfiltersystems
- Leichtgängigkeit des Turbinenrades während des Auslaufs.
- Gesamtschwingungspegel.

Als Geber für die Motordrehzahl wird ein Gleichstromtachogenerator verwendet, während die Signale für die Turbinendrehzahl von der Befestigungsmutter des ATL-Laufrades mit Hilfe des bereits vorgestellten elektromagnetischen Aufnehmers abgenommen werden. Die Leistung wird beim Motor JaMZ-238-NB über das Zeitintervall für das Hochlaufen des Motors im Drehzahlbereich von  $1400$  auf  $1700 \text{ min}^{-1}$  berechnet, wobei die Hälfte der Zylinder abgeschaltet wird. Die Messung des Unterdrucks im Ansaugtrakt sowie des Ladedrucks des ATL werden mit Hilfe eines Gebers nach dem Potentiometerprinzip in Brückenschaltung realisiert.

Der Schwingungsmeßkanal ist in der bekannten Art und Weise ausgeführt. Das Gerät ist volltransistorisiert und hat ein netzunabhängiges Speiseteil.

Ein Gerät für die operative Diagnostik der Motoren der Traktoren K-700, K-701 und T-150, das der Forderung nach Verkürzung der Überprüfungszeit entspricht, wurde in [7] vorgestellt. Die Anzahl der Diagnoseparameter wurde vermindert, so daß Motordrehzahl, Öl- und Wassertemperatur, Motorleistung, Voreinspritzwinkel und Gesamtschwingungspegel als operative Entscheidungsgrößen dienen. Die Abnahme der Drehzahlimpulse erfolgt über den Schwingungsaufnehmer auf dem Einspritzdüsenhalter und ist somit wesentlich einfacher zu realisieren als beim Gerät EMDP-2.

Mit Hilfe eines ankoppelbaren Zusatzgeräts wird außerdem die Bestimmung von abrasiven Eisenbestandteilen im Motorenöl ermöglicht.

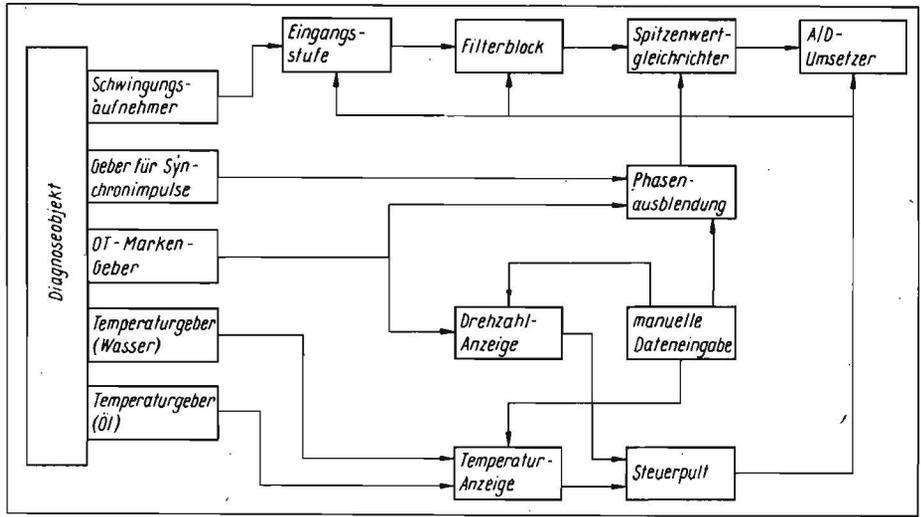


Bild 3. Blockschaltbild des Schwingungsmeßkanals im Diagnosesystem DIPS

Das Meßprinzip beruht auf der Veränderung der Resonanzfrequenz eines Schwingungskreises infolge der Einwirkung des in der Ölprobe befindlichen ferromagnetischen Materials.

#### 1.5. Ultraschalldiagnosegerät für Dieselmotoren (PdDD)

Im Ergebnis der Untersuchungen vibroakustischer Diagnoseverfahren im Ultraschallbereich wurde vom Institut GOSNITI Moskau das Diagnosegerät PdDD entwickelt, das als perspektivreich eingeschätzt wird [8]. Das Gerät gestattet die Kontrolle folgender Parameter:

- Voreinspritzwinkel
- Arbeitsqualität der Düsen
- Ventilspiel
- Ventilsteuerzeiten
- Spiel zwischen Kolben und Zylinder
- Motordrehzahl.

Der Aufbau und die Wirkungsweise des Geräts sind insofern interessant, da hier als Diagnoseparameter ausschließlich Schwingungs- bzw. Impulsgrößen zur Verarbeitung und Bewertung kommen. Funktionelle Einzelheiten sind in [2] beschrieben.

Das Wesen der Signalgewinnung im Ultraschallfrequenzbereich besteht darin, daß die Ausfilterung von Frequenzbändern oberhalb des Niederfrequenz-Bereichs durch die Ausnutzung des Resonanzfrequenzbereichs von Piezobeschleunigungsaufnehmern über  $20 \text{ kHz}$  vorgenommen wird. Aus der Struktur des eigentlichen Meßkanals und des Synchronisierkanals geht hervor, daß beide auf der Basis von Schwingungsaufnehmern mit nachgeschalteten Schmalbandfiltern bei der Resonanzfrequenz arbeiten.

Der Synchronisierkanal, dessen Schwingungsaufnehmer auf der Einspritzleitung befestigt ist, dient im Zusammenwirken mit dem Kanal für die Bezugsmarkenbildung (bei OT auf Grundlage des schon genannten elektromagnetischen Aufnehmers) zur Steuerung des Strobimpulsbeginns jeweils nur beim Arbeitstakt des betreffenden Zylinders (jede zweite Kurbelwellenumdrehung). Die Strobimpulserformerstufe gestattet die Einstellung des Beginns und der Dauer des Strobimpulses, also der Parameter zur zeitlichen Ausblendung.

Im Meßkanal sind die Möglichkeiten der Messung von Spitzenwerten (Mittelwertbildung über eine bestimmte Amplitudenanzahl) und von Phasenwerten bzw. Zeitintervallen realisiert. Die Ausgabe der Meßwerte erfolgt über eine Digitalanzeige, womit gleichzeitig die Meßgenauigkeit erhöht wird. Da für die Zustandsbewertung des Ventilspiels und des

Einspritzsystems die Phasenlage der Schwingungsimpulse herangezogen wird, ergibt sich für die Schwingungsaufnehmer die unkritische Befestigungsart über Klemmverbindungen. Gegenüber dem Einschleifen des Kontaktgebers beim Gerät EMDP-2 ergibt sich insgesamt eine beträchtliche Arbeitszeitsenkung für die Ermittlung der aufgeführten Parameter.

#### 1.6. Stationäre Diagnoseeinrichtungen

Bei der Verwendung einzelner elektrischer Diagnosegeräte verschiedener Zweckbestimmung existiert eine Reihe von analogen Baugruppen (Anzeigeteil, Verstärker, Speiseteil), die zur Masse- und Kostenerhöhung der Diagnoseausrüstung führen und außerdem nicht selten zur Verkomplizierung komplexer Diagnosemaßnahmen beitragen. Mit dem Ziel der Beseitigung dieser Unzulänglichkeiten wurden in der UdSSR verschiedene Diagnosesysteme entwickelt, die auf der elektrischen Erfassung, Verarbeitung und Bewertung einer größeren Anzahl von Parametern beruhen und somit eine Reihe auf mechanischen Meßprinzipien basierender Diagnosegeräte ersetzen. Zu diesen überwiegend stationär eingesetzten Diagnoseeinrichtungen zählt z.B. der elektronische Diagnosestand „UroZaj-1 T“, bei dem die Diagnoseergebnisse über die Rechentechnik in Form von Leuchtschriftanzeigen, wie z.B. „normgerecht“, „einstellen“, „Filter reinigen“, oder als Digitalanzeige für die Restnutzungsdauerprognose ausgegeben werden.

Eine andere in diese Kategorie einzuordnende Diagnoseeinrichtung stellt der Dieseltester dar [8], der außer zur Erfassung von Motorleistung, Durchblasemenge und Kraftstoffmenge sowie Temperaturen und Daten der E-Anlage des Fahrzeugs auch die Messung des Gesamtschwingungspegels ermöglicht.

Als richtungweisend auch in Hinsicht der Automatisierung des Diagnosevorgangs muß das Diagnose- und Prognosesystem DIPS angesehen werden. Dieses Diagnosesystem ist für die Komplexdiagnose von Traktoren, Lkw, Vollerntemaschinen und komplizierten Maschinen der Tierproduktion vorgesehen. Eine Erweiterung des Einsatzgebiets auf andere Wirtschaftszweige wird angestrebt. Neben der Möglichkeit des stationären Einsatzes ist auch eine mobile Gerätevariante geplant. Aufbau und Wirkungsweise des Gesamtsystems DIPS sind in [1] kurz dargestellt und beschrieben.

Ein beträchtlicher Teil (48) der möglichen Meßgrößen ist der Erfassung vibroakustischer Parameter zugeordnet. Die vibroakustischen Meß-

kanäle sind für Operationen der Frequenz- und Zeitselektion. Messungen bei unterschiedlichen Betriebsarten des Motors (stationär und nichtstationär) sowie verschiedenen Bewertungsverfahren ausgelegt (Bild 3).

Zur Erhöhung der Meßgenauigkeit und zur besseren Überwachung des Diagnoserregimes hat das System einen gesonderten digitalen Anzeigeteil für Drehzahlen und Temperaturen. Außerdem wird über Kontrolllampen signalisiert, wenn die Drehzahl- bzw. Temperaturwerte die zulässigen, vorher eingestellten Grenzen verlassen haben.

Die Meßstrecke zur Erfassung vibroakustischer Signale ist ähnlich wie im Gerät PdDD realisiert. Die Schwingungsmessung kann sowohl im konventionellen Niederfrequenz-Bereich (bis 20 kHz)-wie auch im Ultraschallbereich erfolgen. Für den Fall der zeitselektiven Spitzenwertmessung besteht die Möglichkeit der Mittelwertbildung über eine unterschiedliche Anzahl von Amplitudenwerten.

Die Untersuchungen verschiedener Versuchsmuster des DIPS haben gezeigt, daß beim Einsatz gegenüber den gegenwärtig in der Praxis benutzten Diagnosegeräten eine bedeutende Produktionssteigerung erreicht wurde. Der Übergang zu digitalen Meßverfahren führte zu einer beträchtlichen Erhöhung der Meßgenauigkeit. Die relative Verkomplizierung einzelner Systembaugruppen im Vergleich mit den gegenwärtig eingesetzten Geräten ist durch die Vielseitigkeit des DIPS und der Automatisierung der Messung, Verarbeitung und Ausgabe der Meßinformationen bedingt.

## 2. Entwicklungstendenzen

Die Entwicklung vibroakustischer Diagnose-

verfahren und -geräte in der UdSSR muß im Gesamtrahmen der Anwendung der Diagnostik für Landmaschinen und Traktoren gesehen werden. Bei einfachen elektrischen Diagnosegeräten sind das Vorhandensein von Schwingungsmeßkanälen zur Gesamtpegelmessung bzw. für Abhörzwecke (Stethoskop) als Anfänge der vibroakustischen Diagnostik zu werten. Eine weitere Entwicklungsrichtung wird durch die Geräte EMDP-3 und PdDD verkörpert, die ausschließlich zur Erfassung einer begrenzten Anzahl von Parametern ausgelegt sind und sich auf diese Weise für bestimmte Diagnoseobjekte (Dieselmotor, Brems- und Zugkrafteigenschaften) oder für die Verarbeitung einer bestimmten Gruppe von Parametern (Schwingungen) empfehlen.

Allgemein ist die Anwendung von problemlosen Anbringungsmöglichkeiten für die Geber zu bemerken, die mit der zunehmenden Messung von Phasenparametern vibroakustischer Diagnosesignale im Zusammenhang stehen. Zur Erhöhung der Diagnosegenauigkeit werden vielfach digitale Meßwertanzeigen eingesetzt.

Diese Tendenzen sind ebenfalls bei den im Erprobungsstadium befindlichen Diagnosesystemen (3. Gerätegeneration) festzustellen. Neben der größeren Anzahl von Diagnoseparametern zeichnen sich diese Systeme vor allem auch durch die automatisierte Entscheidungsfindung in Hinblick auf die Diagnoseergebnisse aus. Sie verkörpern den modernsten Entwicklungsstand. Ihre Anwendung umfaßt die technische Betreuung der in der Landwirtschaft eingesetzten Technik einschließlich Restnutzungsdauerprognose sowie die Ermittlung der Instandsetzungs- und Herstellungsqualität von

Maschinen. Dabei ist die zunehmende Nutzung solcher vibroakustischer Diagnoseverfahren zu bemerken, die durch das Vermindern des Zeitaufwands für das Befestigen und Abnehmen der Geber gekennzeichnet sind.

## Literatur

- [1] Michlin, V. M.: Entwicklung der technischen Diagnostik in der UdSSR, agrartechnik 29 (1979) H. 9, S. 394—396.
- [2] Solov'ev, V. I.: Probleme bei der Anwendung der Vibroakustik in der technischen Diagnostik, agrartechnik 29 (1979) H. 9, S. 396—399.
- [3] Zdanovskij, N. S., u. a.: Diagnostika avtotraktorov i dvigatel' s ispol'zovanijem elektronnyh priborov (Die Diagnostik von Traktorenmotoren unter Ausnutzung elektronischer Geräte). Lehrmaterial für das postgraduale Studium, Leningrad-Puschkin, 1973.
- [4] Zdanovskij, N. S., u. a.: Diagnostika avtotraktorov i dvigatel' (Die Diagnostik von Traktorenmotoren). Leningrad: Kolos 1977.
- [5] Alliluev, V. A., u. a.: Techničeskaja diagnostika traktorov i zernoboročnyh kombajnov (Technische Diagnostik von Traktoren und Getreideerntemaschinen). Moskva: Kolos 1978.
- [6] Autorenkollektiv: Povyšenie effektivnosti ispol'zovanija sel'skochozjajstvennoj techniki (Erhöhung der Effektivität bei der Ausnutzung der Landtechnik). Leningrad: Lenizdat 1977.
- [7] Zdanovskij, N. S., u. a.: O priborach operativnogo diagnostičeskogo kontrolja dlja energonasyščennyh traktorov (Geräte zur operativen Diagnose für energiegesättigte Traktoren). Vortrag auf der Wissenschaftlichen Konferenz der Leningrader Landwirtschaftlichen Hochschule, Sektion Verbrennungskraftmaschinen, Leningrad 1978.
- [8] Autorenkollektiv: Rekomendacii po techničeskomu diagnostirovaniju mašin v sel'skom chozjajstve (Empfehlungen zur technischen Diagnostik von Maschinen in der Landwirtschaft). Moskva: GOSNITI 1977. A 2425

## UNIVERSAL A-1800 A



Motor D-131:  
Viertakt-Diesel, Direkteinspritzung, 6 Zylinder senkrecht in Reihe, Wasserkühlung, 132,5 kW (180 PS) bei 2100 U/min  
Gesamthubraum 10 350 cm<sup>3</sup>.

Schaltgetriebe:  
mechanisch, mit 6 Vorwärtsgängen und 1 Rückwärtsgang, verdoppelt durch ein Untersetzungsgetriebe.

Knicklenkung:  
geteilter Fahrzeugrahmen  
2 hydrostatisch betätigte doppelt beaufschlagte Hydraulikzylinder.

Kraftstoffbehälter: 575 l.

Eigenmasse:  
9715 kg (ohne Zusatzmassen).

Das Außenhandelsunternehmen

# UNIVERSAL TRACTOR

bietet Ihnen in seinem Exportprogramm eine große Auswahl von Rad- und Kettentraktoren mit Motorleistungen zwischen 25 und 270 kW für Arbeiten in der Land- und Forstwirtschaft, im Bauwesen und in der Industrie sowie für Transportarbeiten.

Weitere Auskünfte erhalten Sie von



Außenhandelsunternehmen  
Lipscańi Str. 19

Bukarest — SR RUMÄNIEN  
Telefon: 15 86 20 Telex: 10071; 11889