



**INTERNATIONAL
ENGINEERING
STANDARDS**

Test Procedure

**Draft
GMI L-5A/B-3**

**Inertia Dynamometer Brake Test
Bremse auf Schwungmassenprüfstand**

Approved
GM do Brasil

Approved
Holden's Automotive

Approved
Saab

Approved
Holden's Engine Company

Approved
ISUZU

Approved
ITDC

Karl-F. Bräntoft
14. März 1998

Approved
Delta Motor

File name: 60008---.DOC

Prepared: *E*

DM

GMHA

GMB

HEC

ISUZU

SAAB

ITDC

Bränt

February 1998



Documents
Page 1 of 27

Document Sharing Hub

GM INTERNATIONAL ENGINEERING STANDARD

Draft GMI L-5A/B-3

Revisions

Date	Paragraph
	Replacement for GME L-5A/B-3
02.98	ITDC Release

Änderungen

Datum	Abschnitt
	Ersatz für GME L-5A/B-3
02.98	ITEZ - Freigabe

February 1998

LBSP GMI 2 11/95

Copyright General Motors Europe
Provided by IHS Markit under license with GME
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Full document details: GM L-5A/B-3 1998

Licensee=/, User=,
Not for Resale,

1 Introduction

1.1 Purpose

1.1.1

Frictional and wear characteristics of drum and disk brakes as a function of application pressure, velocity and temperature.

1.1.2

Release testing of brake linings from main and additional suppliers.

1.1.3

Quality control of current production brake linings.

1.2 Foreword

N.a.

1.3 Applicability

Disk and drum brakes.

1.4 Definitions

N.a.

1.5 References

Nothing in the test procedure, however, supersedes applicable laws and regulations unless a specific exemption has been obtained.

Remark: In the event of a conflict between the English and the domestic language, the English language shall take precedence.

2 Resources

2.1 Facilities

Inertia dynamometer with variable masses and an RPM of $n_{\max} \approx 2000 \text{ min}^{-1}$ (see appendix 1, 2 and 3).

1 Einleitung

1.1 Zweck

1.1.1

Reibwert- und Verschleißverhalten von Trommel- und Scheibenbremsen in Abhängigkeit von Betätigungsdruck, Geschwindigkeit und Temperatur.

1.1.2

Freigabeuntersuchungen von Bremsbelägen für Erstausrüstung und von zusätzlichen Lieferanten.

1.1.3

Qualitätsüberwachung der sich in der laufenden Produktion befindlichen Bremsbeläge.

1.2 Vorwort

N.a.

1.3 Anwendbarkeit

Scheiben- und Trommelbremsen.

1.4 Definitionen

N.a.

1.5 Referenzen

Falls keine Ausnahmen vereinbart wurden, darf das Prüfverfahren keine anzuwendenden Gesetze und Regelungen außer Kraft setzen.

Hinweis: Im Falle von Unstimmigkeiten zwischen dem englischen und dem landessprachlichen Text, ist der englische Text ausschlaggebend.

2 Geräte und Einrichtungen

2.1 Einrichtung

Schwingmassen-Bremsprüfstand mit variablen Massen und einer Drehzahl von $n_{\max} \approx 2000 \text{ min}^{-1}$ (siehe Anhang 1, 2 und 3).

2.2 Equipment

2.2.1

Adjustable brake cooling device with blower.

2.2.2

Measuring device (see paragraph 3) for

- rotational speed
- brake torque
- braking time
- disk and drum temperature
- stopping distance (number of brake revolutions)
- hydraulic brake pressure

2.2.3

Hydraulic brake applicator with pump, servo valve and electric control unit.

2.2.4

Analytical scales.

2.2.5

Micrometer screw.

2.2.6

Mounting flanges for the respective brake types.

2.3 Test Vehicle/Test Piece

Brake system assembly.

3 Procedure

3.1 Preparation

3.1.1 Brake Systems

At least two brake system assemblies shall be provided for the test (linings, drums/disks, backing plate with wheel brake cylinder/caliper).

2.2 Ausrüstung

2.2.1

Regelbare Bremskühlung mit Gebläse.

2.2.2

Meßeinrichtung (siehe Anhang 3) für

- Drehzahl
- Bremsmoment
- Bremszeit
- Scheiben- und Trommeltemperatur
- für Bremsweg (gebremste Umdrehung)
- hydraulischen Bremsdruck

2.2.3

Hydraulische Bremsbetätigung mit Pumpe, Servoventil und elektrische Steuerung.

2.2.4

Analysenwaage.

2.2.5

Mikrometerschraube.

2.2.6

Aufnahmeflansche, entsprechend der jeweiligen Bremse.

2.3 Versuchsfahrzeug/Probekörper

Zusammenbau - Bremsanlage.

3 Durchführung

3.1 Vorbereitung

3.1.1 Bremsanlagen

Es müssen mindestens zwei Zusammenbau-Bremsanlagen vorhanden sein (Beläge, Trommeln/Scheiben, Bremsschild mit Radbremszylinder/Bremssattel).

3.1.2 Inertia Weights

Connect as many inertia weights as correspond with the inertia moment calculated from the vehicle mass on the respective wheel.

3.1.2.1 Calculating basis for the reduced inertia moment

The reduced inertia moment shall be calculated with following formula:

$$J_{mHA/VA} = \frac{G_{\max} \cdot r_{\text{dyn}}^2 \cdot \Phi_{HA/VA} \cdot e}{2}$$

$J_{mHA/VA}$	Reduced inertia moment per wheel	in kgm ²
$G_{\max}$	Maximum total vehicle mass	in kg
r_{dyn}	Dynamic rolling radius	in m
Φ_{HA}	Brake force distribution rear axle	in %
Φ_{VA}	Brake force distribution front axle	in %
e	Additional factor (estimated value of energy included in the rotating masses) $\approx 5\%$	

An inertia moment for the dynamometer as close as possible to the calculated inertia moment shall be used.

3.2 Conditions

Deviations from this test procedure shall have been agreed upon. Such deviations shall be specified on component drawings and shall be noted on test certificates, reports etc.

3.3 Instructions

3.3.1 Temperature Measurement (Measuring Device for Disk and Drum Temperature)

3.3.1.1 Disk brake

On disk brakes, the temperature shall constantly be measured with a thermocouple dragging permanently across the brake disk (see fig. 1).

3.1.2 Schwungmassen

Es wird eine dem anteiligen Massenträgheitsmoment entsprechende Anzahl an Schwungmassen eingekuppelt. Das Massenträgheitsmoment wird aus der auf das jeweilige Rad entfallenden Wagenmasse ermittelt.

3.1.2.1 Berechnungsgrundlage für das reduzierte Massenträgheitsmoment

Das reduzierte Massenträgheitsmoment ist mit folgender Formel zu berechnen:

$J_{mHA/VA}$	Reduziertes Massenträgheitsmoment	in kgm ²
$G_{\max}$	Maximale Gesamtfahrzeugmasse	in kg
r_{dyn}	Dynamischer Rollradius	in m
Φ_{HA}	Bremskraftanteil Hinterachse	in %
Φ_{VA}	Bremskraftanteil Vorderachse	in %
e	Ergänzungsfaktor (überschlägiger Betrag der in den rotierenden Massen enthaltenen Energie) $\approx 5\%$	

Für den Prüfstandsversuch ist das Massenträgheitsmoment zu verwenden, das dem errechneten Massenträgheitsmoment am nächsten liegt.

3.2 Prüfbedingungen

Abweichungen von den Bedingungen dieses Prüfverfahrens müssen vereinbart werden. Diese Abweichungen sind auf Teilzeichnungen vorgeschrieben bzw. müssen in Prüfzeugnissen, Berichten u. dergl. angegeben werden.

3.3 Prüfanleitung

3.3.1 Temperaturmessung (Meßeinrichtung für Scheiben- und Trommeltemperatur)

3.3.1.1 Scheibenbremse

Bei der Scheibenbremse wird die Temperatur von einem ständig mitschleifenden Thermoelement abgenommen (siehe Abb. 1).

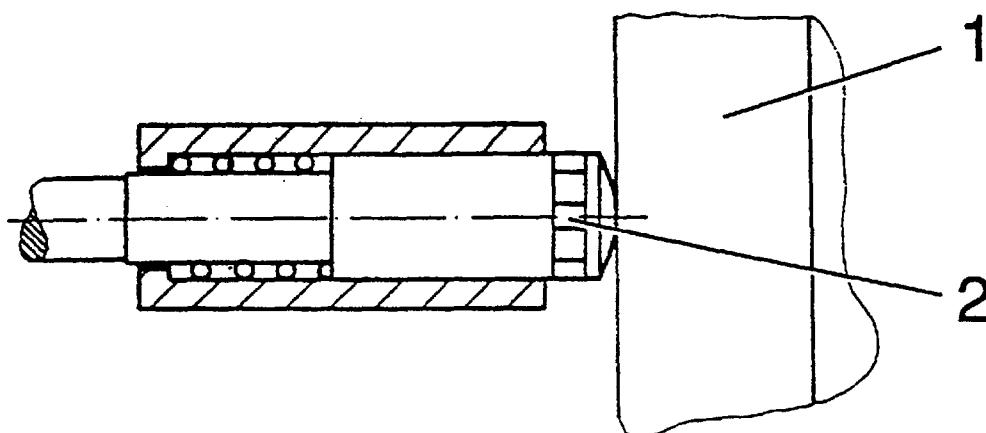


Fig. 1: Measuring device for disk temperature

- 1 Brake disk
- 2 Thermocouple

The temperature shall be measured on the center friction radius r_m as close to the disk runout as possible.

The contact pressure of the thermocouple shall be such that it will not cause the temperature to rise by more than $10^\circ\text{C} \pm 1\text{ K}$ with respect to room temperature at a rotor speed of $n_0 = 1300\text{ min}^{-1}$ when brake pads are not applied.

3.3.1.2 Drum brakes

The temperature shall be measured with a plug type thermocouple in the brake drum. A hole is drilled into the brake drum so that the temperature is always measured in the center of the lining contact area. For linings having a water groove the lining half facing the open drum side shall be used. The thermocouple shall be placed as close to the drum friction surface as possible.

3.3.2 Brake Burnishing

The brakes shall be burnished until a proper contact pattern of $> 70\%$ is obtained. Temperatures shall not exceed 300°C in the center of the disk radius and 200°C on the friction surface of a drum.

Abb. 1: Meßeinrichtung zum Messen der Scheibentemperatur

- 1 Bremsscheibe
- 2 Thermoelement

Die Temperaturabnahme erfolgt auf dem mittleren Reibradius r_m und so nah wie möglich am Scheibenauslauf.

Der Anpreßdruck des Thermoelementes ist bei einer Scheibendrehzahl von $n_0 = 1300\text{ min}^{-1}$ so auszuüben, daß ohne Einwirkung der Bremsbeläge eine stabile Temperaturerhöhung in Bezug auf die Raumtemperatur von $10^\circ\text{C} \pm 1\text{ K}$ nicht überschritten wird.

3.3.1.2 Trommelbremse

Die Temperaturmessung erfolgt mit einer Thermoelementperle in der Bremsstrommel. Die Bremsstrommel wird so angebohrt, daß die Temperatur immer in der Mitte der vom Reibbelag bestrichenen Fläche abgenommen wird. Bei Belägen mit Regennut, wird die zur offenen Trommelseite weisende Belaghälfte gewählt. Das Thermoelement sitzt so dicht wie möglich an der Trommelreibfläche.

3.3.2 Einlauf der Beläge

Die Beläge müssen einlaufen, bis ein einwandfreies Tragbild von $> 70\%$ besteht. Hierbei auftretende Temperaturen dürfen 300°C am mittleren Radius der Scheibe bzw. 200°C an der Trommelreibfläche nicht überschreiten.

3.3.3 Release Test of Disk Brakes

Release test of disk brakes applying the pressure build-up, the effectiveness, and wear program.

At least 4 tests shall be performed with disks of the same supplier for every lining quality to be released, or 4 tests with linings of the same quality and from the same batch for every disk to be released. Parameters such as brake retardation, lining and disk wear shall be determined as the average of the 4 tests. Burnished linings and disks according to paragraph 3.3.2 shall be used.

The linings and the disk shall be measured and weighed before and after the wear test.

Brake linings for fixed caliper disk brakes are measured at 4 measuring points (measuring points 1, 2, 7 and 8), brake linings for floating caliper disk brakes at 8 measuring points and the average abrasion shall be determined (see fig. 2). Outboard and inboard side shall be recorded separately. The tapered lining wear shall be noted and entered in a corresponding diagram (see datasheet No. 1).

3.3.3 Freigabeuntersuchung für Scheibenbremsen

Freigabeuntersuchung für Scheibenbremsen anhand des Drucksteigerungs-, des Wirksamkeits- und des Verschleißprogrammes.

Es werden mit jeder freizugebenden Belagqualität mindestens 4 Versuche mit Scheiben des gleichen Lieferanten, bzw. mit jeder freizugebenden Scheibe ebenfalls 4 Versuche mit Belägen gleicher Qualität und Charge durchgeführt. Die Kennwerte wie z.B. Bremsverzögerung, Belag- und Scheibenverschleiß, werden durch Mittelwertbildung aus den 4 Versuchen ermittelt. Es sind jeweils nur eingelaufene Beläge und Scheiben entsprechend Abschnitt 3.3.2 zu verwenden.

Die Beläge und die Scheibe sind vor und nach dem Verschleißprogramm zu messen und zu wiegen.

Die Scheibenbremsbeläge für Festsättel werden an 4 Meßpunkten (Meßpunkte 1, 2, 7 und 8), für Schwimmsättel an 8 Meßpunkten, gemessen und der mittlere Abrieb festgestellt (siehe Abb. 1). Flansch- und Deckelseite werden getrennt registriert. Der Schrägverschleiß ist zu notieren und in ein entsprechendes Diagramm einzutragen (siehe Datenblatt Nr. 1).

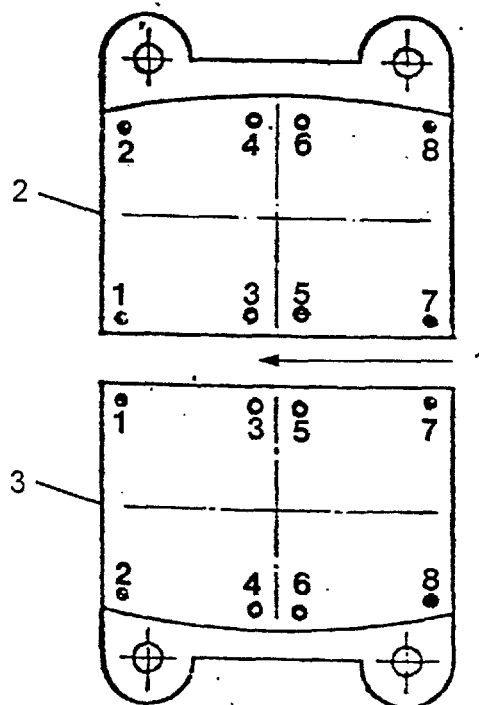


Fig. 2: Brake lining wear - point locations of disk brakes

- 1 Sense of disk rotation
- 2 Outboard
- 3 Inboard

Abb. 2: Bremsbelagverschleiß - Meßpunktlage bei Scheibenbremsen

- 1 Scheibeneinlauf
- 2 Flanschseite
- 3 Deckelseite

3.3.3.1 Burnishing program

Pressure and temperature controlled brake stops shall be performed.

The number of brake stops shall be selected so that a proper contact pattern according to paragraph 3.3.2 is obtained.

- Initial brake speed
 $n_0 = 870 \text{ min}^{-1}$
- Brake pressure
 $p_h = 30 \text{ bar}$
- Initial brake temperature
 $T_{\min} = 80^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
- Maximum brake temperature
disk $T_{\max} = 300^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
drum $T_{\max} = 200^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
- Blower speed
 n_L shall be adjusted so that $T_{\max} = 200^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$ respectively $300^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$ not exceeds

3.3.3.2 Pressure build-up program

24 pressure and temperature controlled brake stops shall be performed.

- Initial brake speed
 $n_0 = 758 \text{ min}^{-1}$
- Brake pressure
 $p_h = (20, 40, 60, 80, 100 \text{ and } 120) \text{ bar}$
- Initial brake temperature
 $T_{\min} = 80^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
- Blower speed
 n_L shall be adjusted to obtain temperatures normally experienced on the vehicle

4 pressure series each with 6 brake stops and an increasing brake pressure of $p_h = (20, 40, 60, 80, 100 \text{ and } 120) \text{ bar}$ shall be performed one after the other.

3.3.3.3 Effectiveness test

80 pressure and temperature controlled brake stops shall be performed in succession with a brake pressure of $p_h = (20, 40, 60, 80 \text{ and } 100) \text{ bar}$.

- Initial brake speed
 $n_0 = (435, 870, 1,305 \text{ and } 1,740) \text{ min}^{-1}$
- Initial brake temperature
 $T_{\min} = 80^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
- Blower speed
 n_L see paragraph 3.3.3.1

3.3.3.1 Einlaufprogramm

Druckgeregelte und temperaturgeführte Stoppbremsungen sind durchzuführen.

Die Anzahl der Bremsungen ist so zu wählen, daß ein nach Abschnitt 3.3.2 gefordertes Tragbild der Beläge erreicht wird.

- Bremsausgangsdrehzahl
 $n_0 = 870 \text{ min}^{-1}$
- Bremsdruck
 $p_h = 30 \text{ bar}$
- Bremsausgangstemperatur
 $T_{\min} = 80^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
- Maximale Bremstemperatur
Scheibe $T_{\max} = 300^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
Trommel $T_{\max} = 200^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
- Lüfterdrehzahl
 n_L ist so einzustellen, daß $T_{\max} = 200^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$ bzw. $300^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$ nicht überschritten wird

3.3.3.2 Drucksteigerungsprogramm

24 druckgeregelte und temperaturgeführte Stoppbremsungen sind durchzuführen.

- Bremsausgangsdrehzahl
 $n_0 = 758 \text{ min}^{-1}$
- Bremsdruck
 $p_h = (20, 40, 60, 80, 100 \text{ und } 120) \text{ bar}$
- Bremsausgangstemperatur
 $T_{\min} = 80^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
- Lüfterdrehzahl
 n_L ist so einzustellen, daß sich bezüglich des Fahrzeuges realistische Temperaturen ergeben

Es sind jeweils 4 Druckreihen mit je 6 Bremsungen mit einem ansteigenden Bremsdruck von $p_h = (20, 40, 60, 80, 100 \text{ und } 120) \text{ bar}$ nacheinander durchzuführen.

3.3.3.3 Wirksamkeitsprogramm

80 druckgeregelte, temperaturgeführte Stoppbremsungen mit einem Bremsdruck von $p_h = (20, 40, 60, 80 \text{ und } 100) \text{ bar}$ sind hintereinander durchzuführen.

- Bremsausgangsdrehzahl
 $n_0 = (435, 870, 1,305 \text{ und } 1,740) \text{ min}^{-1}$
- Bremsausgangstemperatur
 $T_{\min} = 80^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
- Lüfterdrehzahl
 n_L siehe Abschnitt 3.3.3.1

3.3.3.3.1 Test procedure

16 pressure series each with 5 brake stops shall be performed as follows:

- Series 1 to 4:
Initial brake speed $n_0 = 435 \text{ min}^{-1}$
- Series 5 to 8:
Initial brake speed $n_0 = 870 \text{ min}^{-1}$
- Series 9 to 12:
Initial brake speed $n_0 = 1305 \text{ min}^{-1}$
- Series 13 to 16:
Initial brake speed $n_0 = 1305 \text{ min}^{-1}$

3.3.3.4 Wear test

800 torque and temperature controlled brake stops.

- Initial brake speed
 $n_0 = 870 \text{ min}^{-1}$
- Brake torque
 $M_b = \text{constant} \approx -a = 4 \text{ m/s}^2$
- Initial brake temperature
 $T_{\min} = (100, 150, 200 \text{ and } 250)^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
- Blower speed
 n_L see paragraph 3.3.3.1

3.3.3.4.1 Test procedure

- a) 80 brake stops with $T_{\min} = 100^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
- b) 60 brake stops with $T_{\min} = 150^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
- c) 40 brake stops with $T_{\min} = 200^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
- d) 20 brake stops with $T_{\min} = 250^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$

a) to d) is considered one program cycle. A total of 4 program cycles shall be performed.

3.3.4 Release Test of Drum Brakes applying the Drum Brake Program

At least 4 tests shall be performed with every lining quality with brake drums of the same supplier, or at least 4 tests with brake linings of the same quality and from the same batch for every brake drum to be released. The parameters shall be determined as the average of the 4 tests.

3.3.3.3.1 Versuchsablauf

Es sind insgesamt 16 Druckreihen mit je 5 Bremsungen wie folgt durchzuführen:

- Druckreihe 1 bis 4:
Bremsausgangsdrehzahl $n_0 = 435 \text{ min}^{-1}$
- Druckreihe 5 bis 8:
Bremsausgangsdrehzahl $n_0 = 870 \text{ min}^{-1}$
- Druckreihe 9 bis 12:
Bremsausgangsdrehzahl $n_0 = 1305 \text{ min}^{-1}$
- Druckreihe 13 bis 16:
Bremsausgangsdrehzahl $n_0 = 1740 \text{ min}^{-1}$

3.3.3.4 Verschleißprogramm

800 momentgeregelte, temperaturgeführte Stoppbremsungen.

- Bremsausgangsdrehzahl
 $n_0 = 870 \text{ min}^{-1}$
- Bremsmoment
 $M_b = \text{konstant} \approx -a = 4 \text{ m/s}^2$
- Bremsausgangstemperatur
 $T_{\min} = (100, 150, 200 \text{ und } 250)^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
- Lüfterdrehzahl
 n_L siehe Abschnitt 3.3.3.1

3.3.3.4.1 Versuchsablauf

- a) 80 Stoppbremsungen mit $T_{\min} = 100^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
- b) 60 Stoppbremsungen mit $T_{\min} = 150^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
- c) 40 Stoppbremsungen mit $T_{\min} = 200^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$
- d) 20 Stoppbremsungen mit $T_{\min} = 250^\circ\text{C} \pm 3 \text{ K}$

a) bis d) entspricht einem Durchgang. Insgesamt werden 4 Durchgänge gefahren.

3.3.4 Freigabeuntersuchung für Trommelbremse anhand des Trommelbremsprogrammes

Es werden mit jeder freizugebenden Belagqualität mindestens 4 Versuche mit Bremsstrommeln des gleichen Lieferanten bzw. mit jeder freizugebenden Bremsstrommel ebenfalls 4 Versuche mit Bremsbelägen gleicher Qualität und Charge durchgeführt. Die Kennwerte werden durch Mittelwertbildung aus den 4 Versuchen ermittelt.