131

NORME INTERNATIONALE ISO 4402

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Transmissions hydrauliques — Étalonnage des compteurs automatiques de particules en suspension dans les liquides — Méthode utilisant une fine poussière d'essai ("Air Cleaner Fine Test Dust")

Hydraulic fluid power — Calibration of liquid automatic particle-count instruments — Method using Air Cleaner Fine Test Dust contaminant

Première édition — 1977-05-01

CDU 621.8.032 : 532 **Réf. nº : ISO 4402-1977 (F)**

Descripteurs : transmission hydraulique, matériel hydraulique, compteur, matière en suspension, contaminant, essai, étalonnage, essai à la poussière, pollution.

Prix basé sur 5 pages

ISO 4402-1977 (F)

AVANT-PROPOS

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 4402 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 131, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques*, et a été soumise aux comités membres en septembre 1975.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	Finlande	Roumanie
Allemagne	Inde	Royaume-Uni
Autriche	Italie	Suède
Belgique	Japon	Tchécoslovaquie
Brésil	Mexique	Turquie
Égypte, Rép. arabe d'	Pays-Bas	U.S.A.
Espagne	Pologne	Yougoslavie

Le comité membre du pays suivant l'a désapprouvée pour des raisons techniques :

France

© **Organisation internationale de normalisation, 1977** •

Imprimé en Suisse

Transmissions hydrauliques — Étalonnage des compteurs automatiques de particules en suspension dans les liquides — Méthode utilisant une fine poussière d'essai ("Air Cleaner Fine Test Dust")

0 INTRODUCTION

Dans les systèmes de transmission hydraulique, l'énergie est transmise et commandée par l'intermédiaire d'un fluide circulant en circuit fermé. Ce fluide sert à la fois de lubrifiant et de moyen de transmission de puissance.

Le bon fonctionnement du système nécessite un contrôle de l'état du fluide utilisé. La détermination qualitative et quantitative de la pollution du fluide par des particules exige de la précision dans le prélèvement de l'échantillon, et dans l'appréciation de la nature et de l'importance de la pollution.

Les compteurs automatiques de particules en suspension dans les liquides sont des moyens reconnus de détermination de la nature et de l'étendue de la pollution. La précision de ces appareils est déterminée par étalonnage.

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme internationale spécifie une méthode d'étalonnage des compteurs automatiques de particules en suspension dans les liquides utilisés pour l'analyse granulométrique des polluants dans les systèmes de transmissions hydrauliques.

Elle établit également une base uniforme et rationnelle de détermination de la distribution granulométrique et de comptage.

NOTE — Il est admis que les utilisateurs de cette méthode connaissent le fonctionnement de leur compteur automatique de particules et qu'ils emploieront des techniques appropriées de manipulation des échantillons tout au long de l'opération. Une manipulation des échantillons provoquant le dépôt des particules ou introduisant des erreurs dans la détermination de la concentration de la suspension peut fausser l'étalonnage.

2 RÉFÉRENCES

ISO 3722, *Transmissions hydrauliques — Flacons de prélèvement — Homologation et contrôle des méthodes de nettoyage.*

ISO 5598, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques — Vocabulaire.*[1)]

3 DÉFINITIONS

Pour la définition des termes utilisés, voir ISO 5598.

4 MATÉRIAUX ET MATÉRIELS

Utiliser les matériaux et les matériels spécifiés au tableau 1.

TABLEAU 1 — **Caractéristiques des matériaux et matériels**

Élément	Caractéristiques requises
Poussière d'étalonnage[1)]	Traitée, vérifiée par comptage et livrable sur commande
Disque de la membrane filtrante	Dimensions moyenne des pores : 1,0 µm ou moins
Liquide de suspension	Compatible avec le compteur de particules, filtré préalablement sur une membrane filtrante du type ci-dessus
Balance de précision	Précision : ± 0,1 mg
Éprouvette graduée	Précision : ± 1 % du volume mesuré
Flacons de prélèvement	Flacons à couvercle vissé avec pellicule de plastique, d'un niveau de propreté correspondant à 3 particules > 10 µm au maximum par millilitre de volume, conforme aux spécifications de l'ISO 3722
Agitateur	Dispositif n'altérant pas la distribution granulométrique initiale de la poussière d'étalonnage pendant l'agitation
Compteur automatique de particules	

1) Pour obtenir de la poussière d'essai, écrire à :

Equipment Sales Department
AC Spark Plug Division
General Motors Corporation
1300 North Dort Highway
Flint, Michigan 48556, U.S.A.

1) En préparation.

5 DÉTERMINATION DE LA CONCENTRATION DE SATURATION

5.1 Verser dans un flacon de prélèvement défini dans le tableau 2 une certaine quantité (par exemple 100 mg) de fine poussière d'essai séchée, pesée avec précision (± 0,1 mg). Y ajouter un certain volume (par exemple 1 l) de fluide filtré mesuré avec précision (± 1 %). Replacer la pellicule de matière plastique propre entre l'ouverture du flacon et son couvercle.

5.2 Disperser la poussière et réaliser une suspension étalon (par exemple 100 mg/l) en l'agitant violemment (en faisant alterner, par exemple, 5 min d'agitation avec un secoueur à peinture, 30 s dans un bain à ultrasons et 15 min avec le secoueur à peinture).

5.3 Préparer, à partir de la suspension étalon de 5.2, au moins six échantillons de concentrations différentes, par exemple 3, 6, 9, 12, 15 et 18 mg/l, en procédant comme suit :

5.3.1 Verser la quantité exacte requise de suspension étalon concentrée dans un flacon de prélèvement propre.

5.3.2 Ajouter dans le flacon la quantité exacte requise de liquide filtré.

5.3.3 Replacer la pellicule de matière plastique propre sur l'ouverture du flacon.

5.3.4 Boucher le flacon et le secouer pour obtenir une suspension uniforme des particules.

5.4 Régler le compteur automatique de particules à son niveau le plus sensible compatible avec une mesure correcte et régler chacun des autres canaux arbitrairement sur des niveaux de plus en plus élevés. Seul le canal le plus sensible sert pour la détermination de la saturation.

5.5 Régler le débit dans la gamme recommandée par le fabricant du compteur de particules. Utiliser le même débit pour tous les comptages, sauf si l'instrument est réétalonné à un autre débit.

5.6 Effectuer successivement, sur le canal le plus sensible, cinq comptages cumulatifs pour chaque échantillon de concentration.

5.7 Reporter les résultats de ces comptages (voir 5.6) dans le tableau 2 pour chaque échantillon (la colonne 1 étant réservée à l'échantillon de plus faible concentration).

5.8 Faire la moyenne des cinq comptages et la reporter à la 7e ligne du tableau 2.

5.9 Diviser la moyenne (voir 5.8) par la concentration correspondante en milligrammes par litre et reporter le résultat à la 8e ligne du tableau 2.

5.10 Calculer les moyennes générales ($\overline{Z}$) des valeurs $\overline{Y}$ reportées à la 8e ligne du tableau 2, à l'aide de l'équation suivante :

$$\overline{Z}_n = \frac{\overline{Y}_1 + \overline{Y}_2 + \ldots + \overline{Y}_n}{n}$$

où

$\overline{Z}_n$ est la moyenne générale (voir tableau 2, 9e ligne);

$\overline{Y}$ est le taux moyen de comptage par milligramme par litre $= \dfrac{\overline{X}}{\text{mg/l}}$

$\overline{X}$ étant la moyenne arithmétique des comptages cumulatifs (voir tableau 2, 7e ligne);

n est le nombre d'échantillons.

5.11 Calculer les erreurs en soustrayant la valeur de $\overline{Z}$ de $\overline{Y}$ pour chaque échantillon et reporter ces valeurs à la 10e ligne.

5.12 Calculer les dispersions correspondantes en soustrayant le nombre le plus faible du nombre le plus élevé pour un même échantillon et reporter ces valeurs à la 11e ligne.

5.13 Calculer la moyenne de toutes les dispersions à l'aide de la formule suivante :

$$\frac{\text{somme des dispersions}}{\text{nombre d'échantillons}} = \text{dispersion moyenne}$$

5.14 Reporter cette moyenne à la 12e ligne dans la dernière colonne.

5.15 À l'aide du coefficient D figurant immédiatement en dessous de la valeur enregistrée de la dispersion moyenne (voir tableau 2), calculer la limite supérieure de la dispersion, ainsi que la tolérance de réglage, en se servant des formules indiquées au bas du tableau 2. L'examen des erreurs (10e ligne) dans l'ordre croissant des valeurs de concentration des échantillons montre un point où tous les échantillons de concentration élevée présentent une erreur supérieure à la tolérance de réglage. Ce point représente la limite de saturation du compteur au réglage correspondant du canal considéré.

5.16 Si, pour un comptage quelconque, en dessous de la limite de saturation, la gamme figurant à la 11e ligne dépasse la limite supérieure, recommencer le comptage à la concentration considérée et réexaminer le tableau à la lumière de ces nouvelles valeurs.

5.17 Si plus d'un échantillon dépasse la limite supérieure de la dispersion, ou si un échantillon présente une erreur supérieure à la tolérance de réglage en dessous du niveau de saturation, c'est la technique de comptage qui est à revoir.

TABLEAU 2 — **Feuille de comptage des particules**

Ligne n°	Échantillon n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	concentration mg/l										
2	comptage 1										
3	comptage 2										
4	comptage 3										
5	comptage 4										
6	comptage 5										
7	moyenne ($\bar{X}$)										
8	$\bar{Y} = \frac{\bar{X}}{\text{mg/l}}$ *										
9	$\bar{Z}$ = moyenne générale										
10	erreur 8 – 9										
11	dispersion**										
12	dispersion moyenne***	→									
	(Coefficient pour $N > 10 = 2{,}12$)					Coefficient D →	1,88	1,89	1,90	1,91	1,92
						Limite supérieure de dispersion = dispersion moyenne X coefficient D →					
						Tolérance de réglage = ± dispersion moyenne X 0,55 →					

* Comptage moyen par mg/l.

** Différence entre le comptage le plus élevé et le plus faible.

*** Moyenne de toutes les dispersions enregistrées à la 11e ligne.

6 MÉTHODE D'ÉTALONNAGE POUR L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

6.1 Préparer un mélange pour étalonnage en diluant une partie de la poussière d'essai dans le liquide étalon filtré de manière à obtenir une certaine concentration inférieure au niveau de saturation (voir 5.15) du compteur.

6.2 Remplir, avec la suspension étalon, un minimum de trois flacons de prélèvement du mélange.

6.3 Régler le ou les canaux du compteur sur des valeurs choisies arbitrairement (par exemple les valeurs de réglage suggérées par le fabricant du compteur) à l'intérieur du champ de distribution granulométrique désiré.

6.4 Procéder à cinq comptages successifs aux réglages spécifiés en 6.3 pour chacun des flacons de prélèvement spécifiés en 6.2.

6.5 Répéter l'opération 6.3 pour au moins quatre réglages différents de chacun des canaux du compteur à l'intérieur du champ de distribution granulométrique désiré.

6.6 Calculer la moyenne des cinq comptages obtenus pour chaque flacon de prélèvement.

6.7 Calculer le comptage moyen de tous les flacons de prélèvement pour chaque réglage des canaux.

6.8 Calculer, pour chaque réglage des canaux, le nombre moyen de particules, par millilitre et par milligramme par litre de concentration, en utilisant le comptage moyen de tous les flacons de prélèvement défini en 6.6, le niveau gravimétrique (milligrammes par litre) de la suspension étalon et l'expression suivante :

$$\bar{A} = \frac{\text{comptage moyen de tous les flacons de prélèvement suivant 6.6}}{\text{(volume de l'échantillon, ml) (niveau gravimétrique de la suspension mg/l)}}$$

6.9 Reporter les moyennes ($\bar{A}$) de 6.8 en fonction des réglages correspondants des canaux sur un papier graphique log-log.

6.10 *Choisir la dimension des particules à compter par* chaque canal du compteur automatique. Ayant choisi pour chaque canal une dimension désirée, déterminer, grâce au tableau 3, le nombre de particules par millilitre de dimensions supérieures à la dimension désirée.

6.11 Choisir les réglages correspondants aux comptages appropriés, en utilisant le graphique donnant $\overline{A}$ en fonction du réglage (voir 6.9).

6.12 Régler le ou les canaux du compteur sur les valeurs choisies en 6.11.

6.13 Vérifier ces valeurs pour les dimensions appropriées de particules, en effectuant des comptages avec la suspension étalon définie en 6.1.

6.14 Procéder aux corrections mineures de réglage pour la suspension, nécessaires si le comptage moyen sur cinq déterminations successives s'écarte de la valeur correcte obtenue avec la poussière d'essai.

6.15 Pour en terminer avec les réglages des canaux (voir 6.13), préparer, dans des flacons de prélèvement, à l'aide de la suspension étalon de 6.1, un minimum de six échantillons.

6.16 À partir de chacun des réglages des canaux définis en 6.13, effectuer cinq comptages consécutifs sur chacun des flacons de prélèvement de 6.15. Pour les compteurs à canaux multiples, il est possible de vérifier simultanément plusieurs réglages.

6.17 Préparer pour chaque réglage des canaux un tableau similaire au tableau 2.

6.18 Reporter aux emplacements appropriés de ce tableau les cinq comptages cumulatifs successifs obtenus en 6.16 pour chaque échantillon.

6.19 Reporter à la 7e ligne de chaque tableau la moyenne arithmétique des comptages correspondant à chaque flacon de prélèvement.

6.20 Calculer les dispersions en soustrayant la valeur la plus faible de la valeur de comptage la plus élevée pour un même échantillon.

6.21 Reporter ces valeurs (voir 6.20) à la 11e ligne.

6.22 Calculer la moyenne de toutes les dispersions, à l'aide de l'équation suivante :

$$\frac{\text{somme des dispersions}}{\text{nombre d'échantillons}} = \text{dispersion moyenne}$$

6.23 Reporter cette dispersion moyenne à la 12e ligne de chaque tableau, dans la colonne correspondant au dernier échantillon.

6.24 À l'aide du coefficient D approprié donné sous le tableau 2, calculer la limite supérieure de la dispersion ainsi que la tolérance de réglage pour chaque canal, en utilisant les formules figurant au bas du tableau 2, et reporter ces valeurs dans le tableau.

6.25 Si, pour un échantillon quelconque et à un réglage quelconque des canaux, la dispersion dépasse la limite supérieure correspondant à ce réglage, préparer un autre échantillon; recommencer le calcul à ce nouveau réglage et reconsidérer le tableau à la lumière de ces nouvelles valeurs.

6.26 Si l'un quelconque des comptages de 6.19 pour un réglage donné diffère de plus de la tolérance de réglage de la valeur exacte obtenue à l'aide de la fine poussière d'essai, corriger le réglage et recommencer les opérations 6.16 à 6.26 avec le nouveau réglage obtenu.

6.27 Déterminer la limite de saturation du compteur pour la plus petite dimension de particules désirée, en utilisant la méthode de saturation expliquée au chapitre 5. Choisir le réglage correspondant à la plus petite dimension de particules indiquée en 5.4, de préférence au réglage minimal donnant un bruit de fond nul.

7 PRÉCAUTIONS À PRENDRE

7.1 Si l'on s'attache à la précision du comptage, ne pas dépasser le niveau de saturation du compteur déterminé au cours de l'étalonnage.

7.2 Toute variation du débit ou du réglage du compteur par rapport aux valeurs correspondantes, lors de l'étalonnage, peut provoquer des erreurs sur les comptages.

7.3 La présence d'humidité ou d'air dans des échantillons d'huile à évaluer à l'aide d'un compteur automatique de particules peut avoir un effet préjudiciable sur les résultats. Prendre toutes les précautions nécessaires pour éliminer toute humidité dans ces échantillons.

8 PHRASE D'IDENTIFICATION (référence à la présente Norme internationale)

Il est vivement recommandé à ceux qui désirent se réclamer de la présente Norme internationale dans leur procès-verbaux d'essai, catalogues et documentations commerciales, d'utiliser la phrase d'identification suivante :

«Étalonnage des compteurs automatiques de particules conforme à l'ISO 4402, *Transmissions hydrauliques — Étalonnage des compteurs automatiques de particules en suspension dans les liquides — Méthode utilisant une fine poussière d'essai (Air Cleaner Fine Test Dust)*»

TABLEAU 3 — **Comptage optique des particules pour 1 mg/l de fine poussière d'essai**

Diamètre µm	Nombre de particules/ml > diamètre	Diamètre µm	Nombre de particules/ml > diamètre
1,00	1 751,943	51,00	1,198 6
2,00	1 396,884	52,00	1,115 1
3,00	991,813	53,00	1,038 6
4,00	708,078	54,00	0,968 2
5,00	516,688	55,00	0,903 5
6,00	385,724	56,00	0,843 9
7,00	293,984	57,00	0,789 0
8,00	228,183	58,00	0,738 3
9,00	179,953	59,00	0,691 4
10,00	143,913	60,00	0,648 1
11,00	116,515	61,00	0,607 9
12,00	95,369	62,00	0,570 7
13,00	78,823	63,00	0,536 2
14,00	65,721	64,00	0,504 2
15,00	55,230	65,00	0,474 4
16,00	46,748	66,00	0,446 7
17,00	39,828	67,00	0,420 9
18,00	34,136	68,00	0,396 8
19,00	29,419	69,00	0,374 4
20,00	25,483	70,00	0,353 5
21,00	22,178	71,00	0,333 9
22,00	19,386	72,00	0,315 6
23,00	17,015	73,00	0,298 5
24,00	14,990	74,00	0,282 5
25,00	13,254	75,00	0,267 5
26,00	11,758	76,00	0,253 4
27,00	10,464	77,00	0,240 3
28,00	9,340	78,00	0,227 9
29,00	8,360	79,00	0,216 2
30,00	7,503	80,00	0,205 3
31,00	6,751	81,00	0,195 0
32,00	6,089	82,00	0,185 3
33,00	5,504	83,00	0,176 2
34,00	4,986	84,00	0,167 6
35,00	4,526	85,00	0,159 5
36,00	4,117	86,00	0,151 9
37,00	3,751	87,00	0,144 7
38,00	3,425	88,00	0,137 9
39,00	3,132	89,00	0,131 5
40,00	2,869	90,00	0,125 4
41,00	2,632	91,00	0,119 6
42,00	2,418	92,00	0,114 2
43,00	2,225	93,00	0,109 0
44,00	2,051	94,00	0,104 2
45,00	1,892	95,00	0,099 5
46,00	1,748	96,00	0,095 2
47,00	1,617	97,00	0,091 0
48,00	1,498	98,00	0,087 1
49,00	1,389	99,00	0,083 3
50,00	1,290	100,00	0,079 8