

ПОДХОДЯЩО ЛИ Е ВСЕ ОЩЕ ДА СЕ ИЗПОЛЗВА СТАНДАРТЪТ NAS 1638?

Стандартът NAS 1638 е система за нормиране на замърсяването, която се прилага в хидравличната индустрия и служи за опростяване предаването на данни от броячите на частици. Посредством този стандарт броят частици с различни размери се превръща в базови класове. Тъй като този брой може да бъде от няколко единици до няколко милиона, се използва серия от класове, при която на определен размер отговаря определен клас.

NAS 1638 е въведен през 60-те години на миналия век с цел да се контролира количеството замърсители, попадащи в хидравличните компоненти на летателните апарати. През 1964г. той се превръща в Американски Национален Стандарт. През този период все още не съществува система за нормиране на вече изградените системи, така че той логично започва да се прилага именно в тази област. През 70-те и 80-те години NAS 1638 получава широко приложение в индустрии, където надеждната работа е абсолютна необходимост - нефтопреработване, черна металургия, стоманена промишленост и т.н. Той води и до разработването на други системи за нормиране, сред които водещо място заема стандартът ISO 4406.

В последното издание на NAS 1638 е указано: "Неприложим за разработки след 30 май 2001, виж AS4059C" и "6.1.3 Този стандарт да не се прилага за Автоматичните Броячи на Частици".

Тези указания са в резултат на промените в международните ISO стандарти за замърсители при калибриране на автоматичен брояч на частици. Измененията наложиха преглед на NAS 1638 и впоследствие неговото приложение при новите модели системи беше отменено.

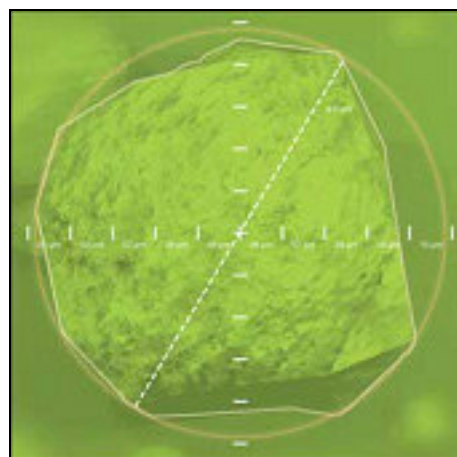
Класове замърсители съгласно NAS 1638

NAS 1638 е първата система за нормиране на замърсителите. Неговата концепция е изложена в Таблица 1 и се основава на определено разпределение на размерите на вредните примеси в границите от >5 до >100µm. Това разпределение се основава на замърсяването с вредни примеси, съществуващо в доставяните през 60-те години хидравлични компоненти за летателни апарати. На тази основа е създадена серия от 14 класа, отговарящи на степени от много чисто до много замърсено, като интервалът между всеки клас е два пъти степента на замърсяване. На този принцип се основават много от разработените по-късно класове.

Методът за броене на частици е свързан с метода на оптичния микроскоп, определен в ARP 598, тъй като той е единственият, съществуващ по това време. Друг метод за измерване на концентрацията на частици е включен в стандарта за гравиметричен анализ, показващ степента на замърсяване като отношение на теглото замърсители към единица обем от флуида (mg/100ml), като нормите за тази рядко използвана техника са девет.

След въвеждането на NAS 1638 през 60-те години използването на филтри с по-голяма финост на филтрация в хидравлични системи означаваше неспазване на стандарта по отношение разпределението на частиците, тъй като съотношението на

IS IT STILL APPROPRIATE TO USE NAS 1638?



National Aerospace Standard (NAS) 1638 is a particulate contamination coding system used in the fluid power industry to simplify the communication of data from particle counters. It converts the particle counts at various size ranges into convenient broad-base classes. The particle numbers can range from single particles to many millions; therefore, a power series is used to cover the number range with a convenient number of classes.

NAS 1638 was conceived in the 1960s to control the amount of contamination delivered in aircraft hydraulic components, and became an American National Aerospace Standard in 1964. No coding system existed at the time for completed systems, so it was logical that it would be applied in this area. NAS 1638 saw widespread acceptance in the 1970s and 1980s by industries where reliability was a prerequisite, in areas such as offshore oil production, iron and steel industries, etc. It led to the development of other coding systems, the most notable being the International Organization for Standardization (ISO) 4406.

If you obtain the latest issue of NAS 1638 you will find the following statements: "Inactive for new designs after May 30, 2001, see AS4059C" and "6.1.3 This standard should not be used with Automatic Particle Counting."

This is a result of recent changes to the ISO contamination standards for automatic particle counter (APC) calibration, which necessitated the review of NAS 1638 and resulted in its withdrawal for newly designed systems.

NAS 1638 Contamination Classes

NAS 1638 was the forerunner of other contamination coding. The concept of the code can be seen in Table 1 and it is based upon a fixed particle size distribution of the contaminant over a size range of >5 to >100 µm. This distribution was based on particle contamination inside delivered aircraft hydraulic components in the 1960s. From this basic distribution, a series of 14 classes was created covering very clean to very dirty levels, where the interval between each class is double the contamination level. This principle is a feature of many of the classes that have developed since.

частиците с размер $>15\mu\text{m}$ беше намалено посредством филтрация. Отчитането на този относително малък брой доведе до значителни грешки в данните за по-големите размери ($>25\mu\text{m}$), тъй като се използваша проби от бутилки. Въвеждането на тези размери беше съпроводено от много проблеми и неточности. Това, заедно с факта че не бяха необходими всичките пет размера, доведе до разработването на ISO 4406 в началото на 70-те години на миналия век. Първоначално тази система се основаваше на брой частици $>5\mu\text{m}$ и $>15\mu\text{m}$, но впоследствие се промени с актуализирането на стандартите ISO.

Друг недостатък на NAS 1638 бяха малкото указания относно използването и прилагането му. Поради тази причина, а и за цялостното подобряване на стандарта, експертите на SAE A6 разработиха AS4059 за хидравличните системи на летателните апарати. Това впоследствие се превърна в ISO 12183. Няколко въздухоплавателни компании възприеха този стандарт, но много малко индустриални компании знаеха за неговото съществуване, въпреки че в него несъвършенствата на NAS 1638 бяха изчистени.

Промени в метода за калибриране на автоматичен брояч на частици

Въвеждането на автоматичния брояч на частици през 60-те години направи революция в измерването на разпределението на различните размери замърсители в една хидравлична система. Точността, повторимостта и скоростта на анализа позволява широкото му приложение при проучване на въздействието на замърсителите върху елементите и системите. Държавният университет на щата Оклахома, под ръководството на проф. Ърнест Фич, беше инициаторът на въвеждането на ISO 4402 – метод за калибриране на автоматичен брояч на частици. Той се основаваше на разпределението на размерите на тестови частици от А.С. Фин Тестов Прах (ACFTD), който е на основата на силициев диоксид и се използва в автомобилната и хидравличната индустрия. Разпределението на размерите беше получено през 1964 година посредством оптичен микроскоп, така че в действителност автоматичният брояч на частици е разработен с цел да записва идентичен брой частици ACFTD подобно на микроскопа. Предупреждението за преустановяване на доставките на фин тестов прах през 1992 година породиха необходимостта той да бъде заменен. То също така даде възможност на наблюдаващия комитет към Международната Организация по Стандартизация да проследява разпределението на различните размери частици на калибрационния материал. През 90-те години на миналия век това беше невъзможно и се превърна в проблем, тъй като все повече компании се стараеха да отговорят на системите за качество ISO 9000. То създаваше и неудобства за лабораториите, тествачи замърсяването, тъй като често трябваше да обясняват причините за липса на възможност за проследяване и контрол на праха.

Финият тестов прах беше заменен с Тестов прах за филтърна материя ISO (ISO MTD). Той е избран и от Националния Институт по Стандартизация и Технология, който също извършва сертифициране на разпределението на различните размери частици. Институтът използва електронен микроскоп за сканиране с пакет софтуер за анализ на образи с цел по-точно да се определи размера и броя на частиците с точност до $1\mu\text{m}$. Според г-н Леонард Бенч, новото разпределение на различните размери частици се различава от това в ISO 4402 (размер за размер), и показва че предишните данни в голяма степен подценяват броя на частиците с размер до $7\mu\text{m}$. Крайният резултат показва, че ако автоматичният брояч на частици е настроен за този размер (например $>2\mu\text{m}$, >5

The method of counting the particles referenced the optical microscope method defined in ARP 598, simply because this was the only method in existence at the time. Another method of measuring the concentration of particles is included in the standard of gravimetric analysis, which is the weight per volume (mg/100 ml) with nine codes for this rarely applied technique.

Class	Maximum Particles/100mL in Specified Size Range (μm)				
	5-15	15-25	25-50	50-100	>100
00	125	22	4	1	0
0	250	44	8	2	0
1	500	89	16	3	1
2	1,000	178	32	6	1
3	2,000	356	63	11	2
4	4,000	712	126	22	4
5	8,000	1,425	253	45	8
6	16,000	2,850	506	90	16
7	32,000	5,700	1,012	180	32
8	64,000	11,400	2,025	360	64
9	128,000	22,800	4,050	720	128
10	256,000	45,600	8,100	1,440	256
11	512,000	91,200	16,200	2,880	512
12	1,024,000	182,400	32,400	5,760	1,024

Table 1. NAS 1638 Contamination Classification System

ISO 11171 Size - $\mu\text{m}(c)$	Particle Sizes					
	>4	>6	>14	>21	>38	>70
ISO 4402 Size - μm	>1	>5	>15	>25	>50	>100

Table 2. Equivalent APC Sizes Relating to Calibration Method

Since its inception in the 1960s, the use of finer rated filters in hydraulic systems meant that the distribution of particles did not follow NAS 1638 as the proportion of larger particles ($>15\mu\text{m}$) was reduced through filtration. These relative low numbers generated significant errors in data at the larger sizes ($>25\mu\text{m}$) due to the use of bottle samples⁵. Trending these sizes was fraught with problems and inaccuracies. This, and the fact that all five of the size ranges were not needed, led to the development of ISO 4406 in the early 1970s. This system was originally based upon the numbers of particles at $>5\mu\text{m}$ and $>15\mu\text{m}$, but has since changed with the updates to the ISO standards.

Another criticism of NAS 1638 was that there was little guidance on how to use or apply it. For this reason, and to generally improve the standard, the SAE A6 Aerospace panel developed AS4059⁶ for aircraft hydraulic systems. This subsequently became de facto ISO 12183. Few aircraft companies adopted this standard, and very few industrial companies even knew it existed despite the fact that it overcame the deficiencies of NAS 1638.

Changes To APC Calibration Method

The introduction of the APC during the 1960s revolutionized the measurement of the size distribution of dirt particles in a hydraulic system. The accuracy, repeatability and speed of analysis allowed it to be used extensively for research into the effects of dirt on components and systems. Oklahoma State University, under the direction of Prof. Ernest C. Fitch, was the main force behind the introduction of ISO 4402⁷ - the method for calibrating APCs. This was based upon the size distribution of A.C. Fine Test Dust (ACFTD), a silica-based test dust used in the automotive and hydraulics industry. The size distribution was derived in 1964 using the optical microscope, so in effect, the APC was set-up to record identical numbers of ACFTD particles as the microscope.

The notice of termination of the supply of ACFTD in 1992 prompted a need for a replacement. It also gave the overseeing-ISO committee the

µm, и т.н.), то при една и съща проба автоматичен брояч на частици с новата калибрация ще отчете повече на брой по-малки частици от този, калибриран съгласно ISO 4402. Този сложен въпрос е изцяло разработен в ISO TR16386. Когато се наложи компаниите да променят спецификации, е възможно в индустрията да настъпи объркване. Затова комитетът към ISO взе решение да избере полесната посока на действие и избра нови дескриптори за размери, чрез които се получава същият брой частици като едновременно с това размерите се запазват. Терминът “µm (c)” се използва за различаване на данните, получени по двата метода. Най-вероятно е основната разлика в отброяването на частиците да е при размер 4 µm (c), което преди не се е получавало; но тъй като само няколко организации имат спецификации за чистота възоснова на този размер, промяната би била минимална.

Замяната на NAS 1638

Разработеният през 1988 година AS4059 претърпява четири преработки и сегашното издание е четвърто поред. Според автора на тази статия AS4059 има повече предимства в сравнение с NAS 1638, като най- съществени промени са следните:

- Използва калибрирането на автоматични броячи на частици съгласно ISO 11171, което увеличава точността и подобрява повторемостта и продуктивността,
- Представя данните във вид на интегрални показатели (>X µm; Y µm), а не на интервали (X-Y µm), както правят броячите на частици
- Въвежда по-чист клас – 000
- Разширява границите на размерите към по-малки (>4 µm(c)) за по-голяма чувствителност,
- Позволява гъвкавост в спецификациите за чистотата,
- Дава информация относно прилагането му,
- Показва възоснова на какво са извършени промените,
- Дава указания за чистотата на пробите от бутилки и вземането на проби.

Определящият принцип на нормата е представена в Таблица 3. Трябва да се отбележи, че при AS4059 се използва същият брой частици, както при NAS 1638 (за да се направи проверка може от броят частици с размер > 5 µm да извадите тези с размер >15 µm и да се направи сравнение с 5-те µm към 15-те µm съгласно NAS 1638). В преходния период стандартът се отнася и за двата метода на калибриране на Автоматичен брояч на частици (ISO 4402 и 11171).

Липсва ясно обяснение защо организациите, специфицирани да извършват анализ на маслени проби и да представят данните за съществуващи проекти във формат съгласно NAS 1638, са много. Идеята е старите и новите данни от автоматичните броячи на частици да се разграничават. Препоръчва се потребителите на автоматични броячи на частици да преминат към новите стандарти.

От таблица 3 се вижда, че за означаване на броя частици се използва цифра (показваща количеството частици) и буква (показваща размера). Този начин прави AS4059 по-гъвкав в сравнение с NAS 1638, тъй като съгласно спецификациите по-често се налага да се контролира нивото на чистота, а не толкова точното разпределение; например, може да се специфицира по-висок контрол върху критичните размери или отслабване на контрола върху тези, които не са такива. По същия начин размерите, които не

opportunity to obtain traceability for the particle size distribution (PSD) of the calibration material. The lack of traceability was a problem in the 1990s as more companies endeavored to achieve ISO 9000-type quality systems. It was also embarrassing for laboratories involved with contamination testing which often had to explain why there was no traceability and control over the dust.

ISO Medium Test Dust (ISO MTD) was the selected replacement and by the National Institute of Standards and Technology (NIST), who also certified the PSD. The NIST used a Scanning Electron Microscope (SEM) with an Image Analysis software package to precisely identify the size and numbers of particles down to 1 µm. As explained by Leonard Bench, the new size distribution differed from that in ISO 4402 (size for size), and showed that the earlier data greatly underestimated the numbers of particles less than about 7 µm. The net result was that if the APC was set to the same size (for example, >2 µm, >5 µm, etc.), the APC with the new calibration would record more small particles than one calibrated to ISO 4402 on the same sample. This is a complex issue and is fully described in ISO TR16386⁸. Because this situation could cause an uproar within the industry when companies would have to change specifications, the ISO committee decided to take the road of least resistance and selected new size descriptors that would give the same particle counts while retaining integer sizes.

The term “µm (c)” is used to differentiate data obtained using the two methods. The only major difference in particle counts is likely to be at the 4 µm(c)-size, which effectively has no previous equivalent; but as few organizations have cleanliness specification based upon the size, the change would be minimal.

The Replacement For NAS 1638

AS4059, which was developed in 1988, has undergone four revisions since and is now at issue “D”. The author considers AS4059 to be a significant advance over NAS 1638 because it offers many benefits. The most significant changes are:

- Uses ISO 11171 calibration for APCs, leading to increased precision, and improved repeatability and reproducibility,
- Presents data in terms of cumulative counts (>X µm; >Y µm) rather than interval mode (X-Y µm); this is how particle counters present the data,
- Introduces a cleaner class - 000,
- Extends the size range to smaller sizes (>4 µm(c)) for increased sensitivity,
- Allows flexibility in cleanliness specification,
- Gives information on how to apply it,
- Gives the background to the changes, and
- Gives guidance for sample bottle cleanliness and sampling.

The basis of the code is seen in Table 3.

са критични могат да бъдат пропуснати. Има три варианта на протокол:

- Специфициране по единични размери – AS4059 6B, което означава че само тези $> 5 \mu\text{m}$ / $>6 \mu\text{m(c)}$ са предмет на спецификацията по чистота.
- Специфициране по определени размери – AS4059 6B/ 6C/ 5D/ 4E/ 4F, отбележете че за $1 \mu\text{m}$ / $4 \mu\text{m(c)}$ липсва спецификация и при по-големите размери се налага по-строг контрол.
- Специфициране на чистотата за всички размери – AS 4059 6A до F.

Какво се случва понастоящем?

Измина ли времето на NAS 1638? Не съвсем. NAS 1638 може да се прилага за съществуващите системи, когато се налага да се прави връзка с предишни данни. Въпреки това, с цел уеднаквяване, потребителите се приканват колкото е възможно по-скоро да преминат към AS4059. Сегашните спецификации, като тези основаващи се само на цифра, като например NAS 1638 Клас 6, могат да бъдат превърнати в AS4059 клас 6B до F, за да може да се осъществява еднакъв контрол върху размерите от 5 до 100 μm ; спецификациите дори могат да бъдат актуализирани, за да отразяват сегашните изисквания. Въпреки че в сегашния си вид AS4059 позволява два метода на калибриране на автоматичните броячи на частици, препоръчва се използването на ISO 11171, тъй като той дава възможност за по-голяма точност.

Промяната има един малко неясен аспект, а именно – чистотата на компонентите, която с първоначалния документ, NAS 1638, беше определена. Тъй като NAS 1638 не се отнася за нови компоненти или системи, а AS4059 е разработен за хидравлични системи, то как се определя чистотата на компонентите? Този въпрос беше отпратен към Комитета на Дружеството на Автомобилните Инженери и в момента се обсъжда. Авторът на тази статия препоръчва използването на системата AS4059 с цел унифициране, посредством размери В до F, и използване на броячи на частици до 100 ml .

Друг спорен аспект е точка 6.1.3, забраняваща прилагането на NAS 1638 при Автоматичните броячи на частици. Това противоречи на спецификациите за чистота, предписани за тях. Причината не е особено ясна, но се смята, че тя е породена от необходимостта за отделяне на старите и новите данни, получени от Автоматични броячи на частици. На потребителите на Автоматични броячи на частици се препоръчва да се прехвърлят към новия стандарт AS4059.

internormen[®]
technology

компетентният партньор в областта на филтрацията



Size	Maximum Contamination Limits (Particles/100mL)				
	>1 μm	>5 μm	>15 μm	>25 μm	>50 μm
ISO 4402 or Optical Microscope*	>1 μm	>5 μm	>15 μm	>25 μm	>50 μm
ISO 11171 or Electron Microscope**	>4 $\mu\text{m(c)}$	>6 $\mu\text{m(c)}$	>14 $\mu\text{m(c)}$	>21 $\mu\text{m(c)}$	>38 $\mu\text{m(c)}$
Size Code	A	B	C	D	E
Class 000	195	76	14	3	1
Class 00	390	152	27	5	1
Class 0	780	304	54	10	2
Class 1	1,560	609	109	20	4
Class 2	3,120	1,220	217	39	7
Class 3	6,520	2,430	432	76	13
Class 4	12,500	4,860	864	152	26
Class 5	25,000	9,730	1,730	306	53
Class 6	50,000	19,500	3,460	612	106
Class 7	100,000	38,900	6,920	1,220	212
Class 8	200,000	77,900	13,900	2,450	424
Class 9	400,000	156,000	27,700	4,900	848
Class 10	800,000	311,000	55,400	9,800	1,700
Class 11	1,600,000	623,000	111,000	19,600	3,390
Class 12	3,200,000	1,250,000	222,000	39,200	6,780

* Particle size based upon longest dimension.

** Particle size based upon projected area equivalent diameter.

Table 3. AS4059 Cleanliness Coding System

Notice that the same particle numbers are used in AS4059 as NAS 1638 (to verify this try subtracting the >15 from $>5 \mu\text{m}$ numbers and comparing it with the 5 to 15 μm in NAS 1638). In the transition period, the standard applies to both methods of calibration of APCs (ISO 4402 and 11171).

Many are specified for analyzing oil samples and presenting data to NAS 1638 format for existing designs. The reasoning behind this is not entirely clear, but thought to be to separate old and new APC data. APC users are recommended to switch to the new standards.

In Table 3 it can be seen that the particle counts are defined by a number (relating to the quantity of particles) and a letter (relating to the size). This concept gives AS4059 much more flexibility than was possible with NAS 1638 because it is often the control of the cleanliness level that specifiers require rather than a fixed distribution; for example, they can specify improved control over critical sizes or relax controls over those that are not. Equally, sizes that are not critical can be omitted. There are three reporting options:

- Specifying at single sizes - AS4059 6B which means that only the $>5 \mu\text{m}$ / $>6 \mu\text{m(c)}$ is subject to a cleanliness specification.
- Specifying for specific sizes - AS4059 6B/ 6C/ 5D/ 4E/ 4F, note that $1 \mu\text{m}$ / $4 \mu\text{m(c)}$ has no specification and tighter controls are required over the larger sizes.
- Specifying cleanliness over the complete size range - AS 4059 6A through F.

Now What?

Is NAS 1638 dead? Well . . . not quite. NAS 1638 can be used for existing systems where correlation with earlier data is necessary. However, users are encouraged to change to AS4059 as soon as possible so that everyone is speaking the same language. Current specifications, like those based on a single number, for instance NAS 1638 Class 6, can be swapped to AS4059 Class 6B through F to provide the same control over the 5 to 100 μm -size range, or perhaps even updated to reflect current and modern requirements. Although the current version of AS4059 allows two methods of calibrating APCs, the use of ISO 11171 is recommended as it gives improved precision.

One aspect of the change, which may be a little unclear, is that of component cleanliness - the scope of the original NAS 1638 document. As NAS 1638 is inactive for new components/systems, and AS4059 was developed for hydraulic systems, how is the cleanliness of components defined? The Society of Automotive Engineers (SAE) Committee has been made aware of this and is deliberating. The author recommends the use of AS4059 system for commonality using sizes B to F, and relating the particle counts to 100 mL of the components wetted volume.

Another aspect that is giving rise for concern is the statement in clause

6.1.3 that forbids the use of APCs with NAS 1638. This is in spite of cleanliness specifications being written around them. The reason for this is not entirely clear but it is thought to be the need to separate old and new APC data. APC users are recommended to switch to the new AS4059 standard.

Mike Day, "What Happened to NAS 1638?". Practicing Oil Analysis Magazine. November 2002

В следващото издание:

Пълна гама хидравлични тръбни съединения VOSS – надеждни и без утечки

In the next issue:

VOSS Hydraulic Connectors – A Complete Range Of Leak Free Products For All Applications