



internormen
technology

filter technology
electronics contamination monitoring
fluid management system technology
software solutions

БЪДЕЩЕТО НА ФИЛТРАЦИЯТА

За постигане на най-подходящата степен на филтрация за съвременните хидравлични системи се изисква успешното улавяне и премахване на замърсителите. Филтрацията трябва да се извършва така, че да не се нарушава дебитът на маслото или прекомерно да се увеличава падът на налягане в системата. Необходима е хармония между конструкцията на системата и нейната ефективност.

Бъдещето на филтрацията в хидравликата има три главни насоки на развитие:

- Разработване на по-прецизна технология за изработка на нишките на филтриращата материя;
- Умело подреждане на многобройните пластове филтрираща материя с цел получаване на оптимални резултати;
- Подобряване на цялостната конструкция и дизайн на филтъра с цел максимално увеличаване на полезната филтрираща повърхност и постигане на оптимални експлоатационни характеристики.

Производство на ефективни филтри

Една от най-елементарните форми на филтърна материя е мрежестата. Дълбочинните материали - често срещано решение при хидравличните филтри - се състоят от множество нишки с различна

THE FUTURE OF FILTRATION

Achieving proper cleanliness levels in today's hydraulic systems requires the successful capture and removal of contaminants. Filtration must be done in a way that doesn't disrupt the flow of oil, or unduly increase the pressure drop within the system. It's a delicate balance between system design and efficiency.

The future of hydraulic filtration focuses on three major areas:

- Developing finer fiber technology to be used in filter media,
- Engineering the various layers/arrangements of filter media for maximum effect, and
- Improving the overall construction and design of the filter to maximize the useful filtration area for optimal performance.

Manufacturing Efficiency Into Filters

One of the simplest forms of filter media is a sieve or strainer. Depth media, the popular choice for hydraulic filters, consists of random layers of fiber strands to create a multi-layered sieve. Depth filtration technology is designed to have higher efficiencies and hold more dirt than strainers.

There are two basic principles that are commonly applied to improve efficiency of depth filters: (1) add more layers to the filter in an attempt to catch any particles that pass through the surface layers, and (2) make the pore spaces finer by compacting the media during the manufacturing

форма и големина, които са разположени на слоеве и по този начин образуват многопластова мрежа. Технологиата на дълбочинна филтрация се разработва така, че да бъде по-ефективна и да задържа повече замърсители в сравнение с обикновените мрежести филтри.

За подобряване на ефективността на дълбочинните филтри се спазват два основни принципа: (1) добавяне на повече слоеве към филтъра, за да се уловят всички частици, преминали през повърхностните слоеве, и (2) постигане на по-дребни пори посредством сбиване на материята по време на производствения процес.

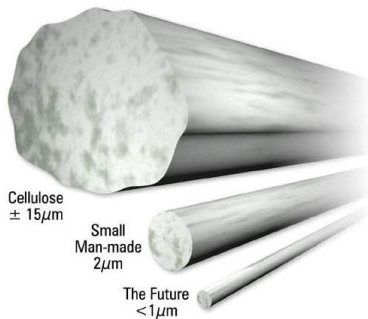
При конструирането на съвременната филтърна материя често се редуват пластове груба и фина материя. Идеята е по-едриите частици да се задържат на повърхността, а по-фините частици да попаднат вътре в материята.

Подобряването на ефективността посредством увеличаване на броя пластове или чрез по-фини пори може да има и нежелани последици. И двата начина могат да доведат до увеличаване пада на налягане във филтъра, което да намали срока на експлоатацията му и да наложи неговата преждевременна смяна.

По-фина технология на влакната

За да се удължи срокът на експлоатация и да се намали падът на налягане във филтърния елемент, производителите на филтри непрекъснато се стремят да изработват материи с по-фини нишки. Целта е увеличаване на броя на порите, улавящи замърсителите, и на повърхността, през която преминава флуидът (Фигура 1).

В миналото голяма част от дълбочинните филтри се изработваха от целулозни влакна (хартиена материя). Днес много хидравлични филтърни елементи се произвеждат от изкуствени нишки, които са с по-малък диаметър. Бъдещата технология на производство на филтърна материя най-вероятно ще включва разработката на още по-фини нишки (Фигура 2 и 3).



Фигура 2. Сравнение на нишки с различни диаметри
Figure 2. Comparison between fibres with different diameters

Разработване на повърхността на материята

Производителите на хидравлични филтри непрекъснато се стремят да създадат съвършената филтърна материя. Наскоро беше разработена гофрирана материя, която дава възможност за различни пътища за протичане на флуида и осигурява по-голямо количество филтърна материя на единица обем.

Ефективност на филтрацията

Ефективността на филтрацията обикновено се изразява като отношение на броя замърсители на входа на филтъра към броя замърсители на изхода на филтъра, като големината на частиците

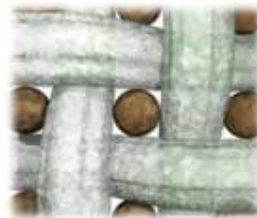
process.

Modern filter media design often interlaces layered combinations of coarse media with finer grades - with the idea that the larger dirt particles are captured on the surface, while the finer particles are trapped deeper within the media.

Improving efficiency through increased layers or finer pore sizes can have undesirable consequences. Both methods can lead to an increased differential pressure across the filter, which may shorten filter life and lead to an early filter change.

Finer Fiber Technology

To improve element life and reduce pressure drop across the filter element, filter manufacturers are continually looking for materials with finer fibers to provide more pore spaces in which to capture the dirt, while increasing the fluid flow area (Figure 1).



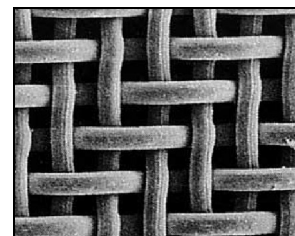
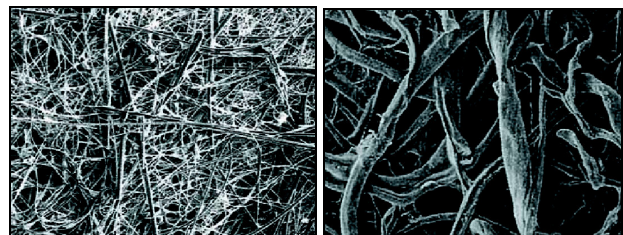
Целулозни влакна
Cellulose Fibres



Изкуствени фини нишки
Man-made Fine Fibres

Figure 1. Finer media fibres increase dirt-holding capacity while improving flow conditions
Фигура 1. По-фините нишки увеличават капацитета на задържане, като допринасят за по-добри условия на протичане

Traditionally, most depth filtration was made with cellulose fibers (paper media). Today, many hydraulic filters are made using man-made fibers with smaller diameter strands. Future filter media technology will most likely continue to develop even finer fibers (Figure 2 and Figure 3).



Фигура 3. Филтърни материи
Figure 3. Filtration Media

Evolving Media Surfaces

Hydraulic filter manufacturers strive to create leading-edge filter media. Recently, a fluted media was developed which provides alternating flow

се измерва в микрони (μm). Изпитанието на филтъра се извършва в лабораторни условия, като по този начин резултатите могат да се съпоставят и да се направи статистическа проверка. Целта на филтрационните тестове е контрол върху количеството тестови частици, дебита, температурата, измервателните уреди и други променливи, което да позволи многократно провеждане на теста. С така наречения *мултипас* филтрационен тест (при него замърсеният флуид се оставя да циркулира през филтъра по време на изпитанието) за филтъра се извежда коефициент Beta (β) в микрони.

Обясним е фактът, че показателите на филтрите в работни условия не винаги съвпадат с тези, отчетени по време на лабораторните изпитания. Причините за незадоволителните работни характеристики на филтъра могат да бъдат свързани с пулсации, стойности на дебита, замърсяване в пусковия етап и пропуски в проекта на хидраличната система.

В лабораторни условия филтрите се тестват при постоянни характеристики на дебита. В реални условия пулсирането може да предизвика доста по-незадоволителни експлоатационни параметри. Поради тази причина е целесъобразно, когато проектът на схемата предвижда монтаж на филтър, да не се допускат предпоставки за пулсации.

Ефективната работа на филтъра може не само да се променя в зависимост от пулсациите, но различните конфигурации на филтърната материя могат да доведат съответно до различна ефективност в резултат на увеличаване пада на налягането. Фигура 4 например показва два елемента с еднаква финост на филтрация в микрони (средна ефективност), но с различаващи се максимална и минимална ефективност и следователно – с различна способност за задържане на замърсители. (Крайната точка в графиката показва разрушаването на елемента.) Ефективната филтрация зависи както от добре проектираната система, така и от качеството на използвания филтър.

Контролиране степента на замърсяване

Степента на замърсяване в една система зависи от множество фактори като обем замърсители в пусковия етап, скорост на навлизане на замърсители и т. н. За повечето хидравлични системи предпазването от замърсяване е икономически по-изгодно от отстраняването на последиците от него. За контрол върху замърсяването са необходими някои неотложни промени и допълнения в проектите на системите, като например:

Филтри отдушници

За съжаление много от отдушниците в хидравличните системи представляват отворен капак или тръба, или в най-добрия случай наливник без съответния филтърен елемент в него. В една хидравлична система не трябва да се допуска навлизането на нефилтриран въздух.

Там, където е възможно, маслените резервоари трябва да бъдат снабдени със съответните филтри-отдушници, тъй като обкръжаващият въздух съдържа значително количество замърсители.

В повечето случаи е достатъчен един качествен филтър отдушник с абсолютна ефективност $\text{Beta } 10 \mu\text{m}(c) = 75$ или по-добра. За

paths and allow more filter media per unit volume.

Filter Efficiency

Filtration efficiency is normally expressed as the ratio of dirt entering a filter compared to the dirt exiting the filter, of a specified micron (μm) size. Filter testing is completed in a laboratory so the results can be compared and statistically verified. Filtration tests attempt to accurately control the quality of the test dust, the flow rates, temperatures, measuring equipment and many other variables to ensure the repeatability of the test. The test, called a multi-pass filter test (in which the contaminated fluid is allowed to recirculate through the filter for the duration of the test) produces a Beta (β) rating for the filter at a given micron size.

It's understandable to find that filters do not always perform in the field exactly as the laboratory tests would suggest. Issues contributing to poor filter performance can include: pulsating flows, flow rate, start-up contamination and overall design flaws within the hydraulic system.

In the laboratory, filters are tested under steady-state flow conditions. The pulsating flow of real-life applications can significantly reduce performance. For this reason, it's advisable to avoid conditions of pulsating flow when installing a filter into a circuit design.

Not only can efficiency vary with pulsating flow, but different configurations of media can also cause different efficiencies at increasing differential pressures. For example, Figure 4 depicts two elements that have the same micron rating (average efficiency) but differing maximum and minimum efficiencies, and consequently, varying dirt-holding capacity. (The final point on the graph depicts element collapse.) Effective filtration is as much a function of good system design as the quality of the filter used.

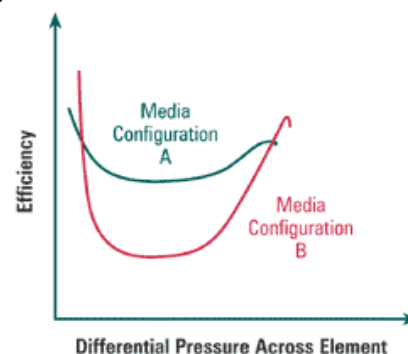


Figure 4 / Фигура 4: Ефективност/пад на налягане

Controlling Contamination Levels

Contamination levels in a system are a function of many factors, such as the amount of contaminant in the oil at start-up, the rate of contaminant ingress, etc. For most hydraulic systems, the prevention of contamination is more cost-effective than the cure. To control contamination, troubleshooting the system design will yield dramatic results. Here are a few troubleshooting tips:

Breathers

управяне на по-фините замърсители обикновено по-ефективен се оказва един качествен филтър за флуиди с финост на филтрация 10 μm , приложен за филтрация на въздуха. При по-влажни условия филтрите-отдушници трябва да могат да изсушават преминаващия през тях въздух.

Резервоари и варели за съхранение

- Правилно проектираният резервоар позволява всички замърсители, като вода или твърди частици, да се задържат на малка площ или във вертикална тръба на дъното, която може да бъде източвана и почиствана редовно. Водата, останала в маслото, води до развитие на бактерии и химическо разграждане.
- Варелите с масло се съхраняват най-добре обърнати на една страна, така че капачките им да са потопени. По този начин не се допуска застояване на вода върху тях, както и проникване на влага в резултат на дишането на съда вследствие на температурни разлики.
- Добре проектираният резервоар е снабден с дифузори на връщащия тръбопровод, подходящи направляващи прегради и е с достатъчен обем, така че да осигурява отделяне на тежки твърди замърсители, вода и съдържащ се въздух от флуида.
- Маслото трябва да се обработва или използва редовно, без да застоява, за да не се влошават качествата му.
- Най-добре е маслото да се филтрира при постъпването му в резервоара и на неговия изход.

Разбира се, един безупречен филтър и една безупречна филтърна материя могат да направят чудеса за хидравличната система. Но когато става въпрос за постигане на оптимални степени на чистота, не може да се разчита само на ефективността на филтъра.

Както бе споменато по-горе, и някои други фактори могат да окажат влияние върху цялостното поведение на системата. Правилното транспортиране и стабилната конструкция на системата имат голямо значение за разрешаване на проблемите със замърсяването на маслото. При всяка ситуация положението е различно. Особеностите на климата, околната среда и различните изисквания за чистота също трябва да бъдат взети под внимание. Въпреки това, една добра търговска фирма, работеща в областта на хидравликата, ще може да извърши точна диагностика на системата и да препоръча за всяко приложение вида на материята, типа на филтрите и тяхното местоположение.

It's unfortunate that many hydraulic system breathers consist of an open cover or tube, or at best a filler cap without a proper filter element inside. No unfiltered air should be allowed to enter a hydraulic system.

Wherever possible, oil reservoirs should have adequate breather filters installed; ambient air carries considerable quantities of contaminants.

A quality breather filter with an absolute efficiency of Beta $10\mu\text{m}(c) = 75$ or better will suffice for most circumstances. A quality $10\mu\text{m}$ liquid filter will typically be more efficient at capturing fine dirt particles when applied in air filtration applications. In humid conditions, breathers should remove water (desiccant).

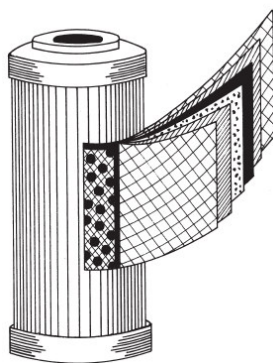
Reservoirs and Drum Storage

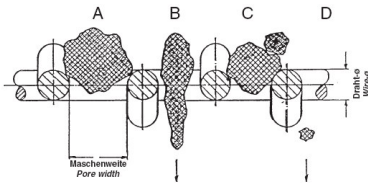
- Good reservoir design will ensure that any water or heavy dirt settles to a small area or standpipe at the base of the reservoir, which can be drained periodically. Water left in the oil leads to bacteria growth and chemical degradation.
- Oil drums are best stored on their sides so that the bungholes are submerged. This prevents standing water or humidity drawn into the drum through breathing caused by temperature changes.
- Good reservoir design will provide return line diffusers, adequate baffles and sufficient volume to settle out heavy dirt particles, water and any entrained air.
- Oil should be regularly recycled or used to prevent long-term degradation.
- Ideally, oil should be filtered going into and out of the reservoir.

Of course, the perfect filter and the perfect filter media will do wonders for the hydraulic system. But when it comes to achieving optimal cleanliness levels, one cannot rely on filter efficiency ratings alone.

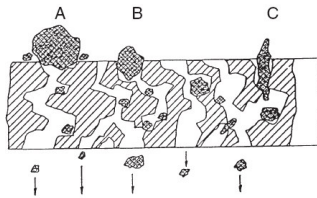
As discussed in this article, several other factors can influence a system's integrity. Proper handling and a solid system design go a long way toward solving dirty oil problems. Each situation is different. Climates, environments and cleanliness requirements vary and should be taken into consideration. However, a good fluid power distributor will be able to accurately diagnose systems and recommend which media choices, filter types and filter positioning are right for every application.

Philip Johnson, "The Future of Filtration". *Practicing Oil Analysis Magazine*





Повърхностна филтрация
(филтърни елементи от
метални нишки)



Дълбочинна филтрация
(филтърни елементи от
влакна Интерпор)

Филтри-отдушници от
серията BFD на
Интернормен.