

## **Рекомендации**

Краткие инструкции  
и информация по  
выбору оптимального  
гидравлического фильтра



ARGO-HYTOS – хорошо проверенная высокая технология, когда требуется передовые концепции фильтрации. Большой выбор всасывающих, напорных, сливных, автономных фильтров и сапунов для широкого применения .

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>Введение</b> .....	4
<b>Наши знания – Ваша выгода</b> .....	5
<b>Качество и надежность</b> .....	6
<b>Анализ мобильного масла</b> .....	7
<b>Советы по выбору оптимального гидравлического фильтра</b> .....	8
Процедура подбора фильтра, разработанная компанией ARGO-HYTOS .....	8
<b>Как определить подходящий тип фильтра</b> .....	8
Всасывающие фильтры .....	9
Сливные фильтры .....	10
Возвратно-всасывающие фильтры .....	11
Напорные фильтры и напорные фильтры высокого давления .....	12
Индикаторы загрязненности .....	13
Сапуны .....	14
Автономные фильтры .....	15
Мобильные фильтрующие модули .....	15
<b>Как определить необходимую тонкость фильтрации</b> .....	16
Степени тонкости фильтрации .....	16
Классификация чистоты масла .....	17
Необходимая чистота масла .....	18
Требуемая тонкость фильтрации фильтров ARGO-HYTOS .....	19
Тонкость фильтрации, необходимая для предотвращения закупоривания зазоров .....	19
<b>Как определить необходимый типоразмер фильтра</b> .....	20
Номинальный расход рабочей жидкости .....	20
Как определить грязеемкость фильтра .....	21
SPS значения .....	21
Как определить ресурс фильтра .....	21
<b>Прочие советы</b> .....	22
<b>Последовательная схема процедуры выбора фильтра</b> .....	23



Следуя переработанным изданиям нескольких наиболее важных стандартов, оценивающих технические параметры гидравлических фильтров и классифицирующих степень чистоты рабочей жидкости (ISO 4572 и ISO 4406), многие потребители в настоящее время сталкиваются с одним и тем же вопросом: какой практический результат принесут данные изменения?

Мы бы хотели сразу ответить на данный вопрос: в будущем, так же как и в прошлом одни и те же фильтры в одних и тех же гидравлических системах будут обладать такими же степенями очистки рабочей жидкости.

Изменения коснутся только способа представления результатов измерений.

Новое издание Рекомендаций ARGO-NYTOS по выбору гидравлических фильтров содержит много новых деталей, связанных с переработкой выше упомянутых стандартов.

Особое внимание уделено двум типам фильтров, роль которых становится все более значительной: возвратно-всасывающие и автономные фильтры.

Технические требования к гидравлическим компонентам и рабочему давлению

должны рассматриваться тогда, когда определена требуемая тонкость фильтрации рабочей жидкости необходимая для гидросистемы, однако ожидания потребителей относительно работоспособности, надежности и ресурса машины играют большую роль.

Более чем прежде Рекомендации ARGO-NYTOS предлагают полезные советы по выбору концепции технически и экономически идеального фильтра для гидросистем, и специалисты также найдут для себя важную информацию.



### Знаете ли Вы, что...

...недавно изготовленное масло зачастую может содержать в 10 раз больше загрязняющих частиц, чем это допустимо в гидросистемах высокого технического качества?

...если рабочее давление увеличивается только на 50%, количество загрязняющих частиц в масле должно быть сокращено до коэффициента 3 во избежания изнашивания компонентов в период эксплуатации?

...коэффициент фильтрации равный  $\beta = 75$  соответствует эффективности фильтрации 98.7% для всех загрязняющих частиц больше номинального размера, в то время как значение  $\beta$  равное 5 соответствует 80% эффективности?

...колба для взятия проб масла, которая считается чистой, может содержать гораздо большее количество загрязняющих частиц, чем проверяемое масло, прошедшее качественную фильтрацию в гидросистемах?

...срок эксплуатации фильтра равный 1000 моточасам соответствует пробегу в 60,000 км легкового автомобиля?

...только подсчет на действующем оборудовании может определить реальную величину классов чистоты < 10 (ISO 4406)?

...стандарт ISO 4572 оценивающий технические параметры фильтра был полностью пересмотрен; это привело к значительным изменениям в результатах измерений, но технические параметры фильтров не изменились?

Внимание компании ARGO-HYTOS всегда сосредоточено на потребителе - и главным элементом наших разработок является, выполнение индивидуальных решений для потребителя в области фильтров и систем.

Непрерывное усовершенствование наших фильтроэлементов это другая наша важнейшая задача: например, увеличение грязеемкости фильтра соблюдая как можно меньшие установленные габариты. Такая оптимизационная задача легко достигается благодаря нашему ряду стандартных возвратно-всасывающих фильтров - это лишь один пример из множества.

Наши инженеры по продажам так же надежны, как и фильтры нашего производства. Они обладают огромными навыками и опытом работы в данной области и говорят с Вами на ОДНОМ языке. Мы убеждены, что перед началом коммерческих переговоров потребитель с нашей помощью должен найти наилучшее техническое решение и осуществить проектирование, если это необходимо. Только в этом случае мы можем быть убеждены, что наш потребитель сделал правильный выбор.



### Еще один плюс сотрудничества с компанией ARGO-HYTOS:

Доставка запчастей с наших заводов производится в самые короткие сроки - кроме того, наши дочерние компании в важнейших промышленных странах и наши представители по всему миру обладают минимально необходимым запасом всех изделий нашего производства.

Таким образом, Вы имеете быстрый доступ к нашей продукции и технической информации.

Ключевой чертой всего сектора гидравлики - по понятным причинам - является предоставление потребителем жестких требований к качеству и эффективности используемых фильтров. Технологии проведения испытаний, направленные на усовершенствование фильтров, также должны соответствовать данным запросам.

Именно здесь становится очевидно преимущество фильтров производства ARGO-HYTOS над остальными "фильтрами".

ARGO-HYTOS использует только испытательные стенды оборудованные по последнему слову техники и позволяющие проводить быстрые испытания, длительные процедуры испытания и получать точные данные по всем параметрам:

- Стенд для проведения многопроходного испытания
- Стенд для проведения испытаний на разрывное/разрушающее давление
- Испытательный стенд для определения перепада давлений
- Стенд для проведения испытаний на усталостное сопротивление потоку
- Стенд для проведения испытаний на сопротивление усталости

Отдел Испытаний компании Agro-Hytos оснащен высокоэффективным испытательным оборудованием и обладает квалифицированными кадрами, что играет огромную роль в развитии новых технологий.

Практические требования учитываются уже в ходе испытаний фильтров в лаборатории. Индивидуальные пожелания заказчика реализуются в процессе разработки в виде испытаний под нагрузкой, воспроизводящих рабочие условия фильтра в эксплуатации.

Эксплуатационные параметры установленных испытательных стендов позволяют нам проводить тестирование всех характеристик фильтров.

Современный стенд для проведения **многопроходного испытания** помогает дать оценку производительности фильтра в соответствии со стандартом ISO 16889:1999.

**Испытательный стенд для проведения разрушающих испытаний** (для испытания в соответствии с DIN ISO 2941:1983) используется для определения установленного допустимого уровня различного давления; увеличение перепада давления приведет к разрушению элемента



Стенд для проведения многопроходного испытания



Стенд для проведения тестов на разрывное/разрушающее давление



Испытательный стенд для определения перепадов давления

**Испытательный стенд для проведения испытаний** на потерю давления в фильтрах и их компонентах (например, в корпусе, фильтроэлементах и клапанах) соответствует стандарту ISO 3968:1981. Он удобен для выявления соотношения между потерей давления и расходом жидкости или показателями вязкости. Он также позволяет определить потерю давления в фильтре, функционирующем в неблагоприятных условиях эксплуатации – например, при полностью выключенной системе (холодном старте).

**Для определения уровня износостойкости фильтроэлементов** компания ARGO-HYTOS использует принципиально новый испытательный стенд, созданный в соответствии со стандартом DIN ISO 3724:1990, таким образом, что по окончании испытаний на нем же можно начать проведение многопроходных испытаний. Это значит, что характеристики фильтра можно будет сравнить с показателями нового фильтра. Испытания, проведенные на данных стендах, имеют большую значимость, поскольку они увеличивают интервал между сменой фильтроэлемента. Длительные нагрузки, состоящие из 1 миллиона циклов или более могут возникнуть во время эксплуатации в реальных условиях: подобные условия можно создать за очень короткое время на испытательном стенде, установив частоту в 1Гц.

**Испытательный стенд на пульсации давления** подтверждает возможность корпуса фильтра выдерживать максимальные уровни давления в течение рабочего цикла, до 20 миллионов раз, для определения предела усталости – давление можно поднять до 600 Бар.

Помимо испытаний в лабораторных условиях, мы проводим тестирование нашей продукции на оборудовании заказчика. Фильтры эксплуатируются в тяжелых рабочих условиях. Благодаря такому виду испытаний, которые могут длиться месяцами, даже малейший недостаток в работе изделия становится очевиден.

**Результат: ARGO-HYTOS обеспечивает своих клиентов изделиями, качество и надежность которых подтверждены на 100%.**



### Мобильная лаборатория ARGO-HYTOS и передвижной измерительный аппарат

Требования к чистоте масла с течением времени все более ужесточаются. В настоящее время предлагается вероятный рабочий ресурс фильтров 1000 часов или более. Масло, которое сохраняет чистоту, не только позволяет увеличить интервал между его заменами, но и предотвращает сбои в работе и значительно увеличивает ресурс всех гидравлических компонентов. Только в редких случаях можно точно сказать, насколько чистой или загрязненной является рабочая жидкость в действительности. В большинстве случаев гидравлическая жидкость проверяется только после сбоев в работе или поломок.

Хорошо развитая система сервисного обслуживания компании ARGO-HYTOS позволяет заранее спрогнозировать и отследить возможные риски. Мобильная лаборатория ARGO-HYTOS, оснащенная современным измерительным оборудованием, окажет Вам поддержку в любое время. Пробы масла берутся прямо на месте, тип и размер загрязняющих частиц, находящиеся в рабочей жидкости, устанавливаются в течение короткого времени после снятия проб. Это означает, что мы можем принять соответствующие шаги для усовершенствования или изменения работы фильтра в Вашей гидросистеме непосредственно на Вашем рабочем месте. Кроме того, данная передвижная лаборатория играет огромную роль в технических разработках компании ARGO-HYTOS, помогая проводить полевые испытания, когда необходимо получать, проводить оценку и фиксировать все данные на месте эксплуатации.



### Системы диагностики масла

Переносные диагностические системы позволяют клиенту в любое удобное для него время самому проводить анализ рабочего масла в гидросистеме.

Данный прибор может быть использован в двух направлениях:

- **Анализ проб в колбах**

Из любой части системы берется небольшое количество масла; помещается в колбу и после проверяется. Необходимо обеспечить максимальную стерильность всех испытательных приборов в процессе проверки, чтобы предотвратить случайное попадание частиц грязи извне

- **Интерактивный анализ**

В основе интерактивного анализа лежит принцип постоянного взятия проб с помощью измерительного рукава - в этом случае полностью исключается возможность внешнего влияния на результаты измерений. В зависимости от места отбора проб, диагностическое оборудование должно выдерживать как максимальное напряжение системы так и производить точные измерения при низких показателях давления.



PODS Pro- Переносная диагностическая система

Самым значимым преимуществом переносных систем диагностики рабочей жидкости является оперативное получение результатов проверки, таким образом, что информация по состоянию гидросистемы становится доступной в течение нескольких минут. А следовательно и любые необходимые действия можно предпринять достаточно быстро. Удобная система оценки и записи результатов, созданная благодаря интерфейсу ПК и соответствующему программному оборудованию, позволяет с легкостью отмечать все происходящие изменения. Мониторинг процедуры очистки можно проводить, используя диагностическое оборудование вместе с мобильными системами автономных фильтров. Достигнув заданной степени очистки, процесс фильтрации останавливается, что позволяет

заполнять системы маслом четко определенной степени очистки.

Постоянно установленное оборудование для мониторинга онлайн очистки масла идеально подходит и для периодического испытания чистоты масла в гидравлических и смазочных системах, необходимого для профилактики работы систем и своевременного обнаружения поломок в крупных системах.

Удобный интерфейс обеспечивает прямую связь с системой управления машины, позволяя осуществлять управление так же с помощью программного обеспечения или встроенной клавиатуры.

Мобильная лаборатория ARGO-HYTOS в действии

## Процедура выбора фильтра, разработанная компанией ARGO-HYTOS

Ниже описанная методика поможет Вам быстро выбрать фильтр, подходящий к Вашим гидросистемам:

Для Вашего удобства процедура разбита на следующие шаги:

- определите необходимый Вам тип фильтра
- установите, какая тонкость фильтрации фильтра Вам нужна
- определите необходимый размер фильтра
- иные требования

Данная процедура выбора фильтра разработана на основе многолетнего практического опыта работы с различными мобильными и промышленными гидросистемами, оснащенными правильно подобранными фильтрами производства компании ARGO-HYTOS.



Всасывающие фильтры



Сливные фильтры



Напорные фильтры



Фильтры высокого давления

## Как выбрать подходящий тип фильтра

К сожалению, в настоящее время не существует повсеместно применяемого правила, которое бы четко обозначало какой тип фильтра подходит к каждой определенной гидравлической системе. По большому счету принятие решения относительно использования всасывающего, сливного, напорного фильтра, фильтра высокого давления – или комбинации этих типов фильтров – зависит от следующих факторов:

- чувствительность к загрязнению компонентов в существующей или проектируемой системе
- какая задача является приоритетной: защита работы компонента или защита от износа
- исполнение или технические требования к насосам, моторам или клапанам, которые могут повлиять на условия, выставляемые производителем компонентов.
- тип загрязнителей, места их скапливания, возможность попадания извне.

Учитывайте все эти факторы при изучении более подробного описания различных типов фильтров, перечисленных ниже. Основной выбор лежит между предохранительными фильтрами, защищающими работу компонентов, и теми, которые помогают достичь определенной степени чистоты рабочей жидкости





## Всасывающие фильтры

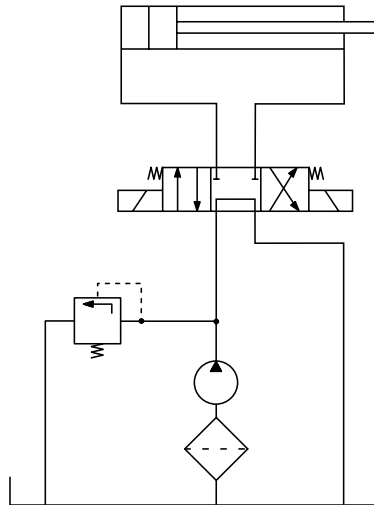
Гидросистемы должны быть оборудованы всасывающим фильтром, если существует риск повреждения насоса жесткими загрязняющими частицами.

Типичная область применения:

- системы со стандартным баком для использования в рабочей гидравлике и зубчатых передачах
  - изделия с крупными баками и/или баками сложной конфигурации, сваренные или литые.
- Опыт показывает, что в данных условиях невозможно достичь стопроцентной очистки бака до его установки.
- системы, наполняемые в полевых условиях.

Очень часто всасывающие фильтры грубой очистки (например, сетчатые фильтроэлементы с размером отверстий 40–125 мкм) могут гарантировать только защиту работы насоса. В этом случае в другую часть необходимо установить мелкопористый фильтр, который будет защищать гидравлические компоненты от износа.

Иногда в специализированной литературе и публикациях разного рода можно встретить мнение, что использование мелкопористых всасывающих фильтров непрактично и неразумно; однако, не стоит доверять этой точке зрения. Положительные результаты полевых испытаний – даже при тонкости фильтрации в 16 мкм абс. – в гидросистемах (особенно в мобильной технике) опровергли данную теорию.



Гидросистема со всасывающим фильтром



Всасывающий фильтр серии ES производства ARGO-HYTOS

Тем не менее при разработке конструкции гидросистемы со всасывающим фильтром необходимо учитывать следующие данные:

- падение номинального давления на чистом фильтре благодаря оптимальной конструкции фильтроэлемента и корпуса, а также принимая во внимание высокую степень вязкости при холодном пуске
- контроль за работой фильтра, осуществляемый вакуумным переключателем или вакуумным манометром
- необходимо обеспечить легкий доступ к фильтроэлементу, а также возможность его демонтажа в целях технического обслуживания
- конструкция всасывающего трубопровода должна исключать большие перепады давления, т.е. должна иметь большую ширину (внутренний диаметр), некоторые и/или постоянные изменения направления (коленчатая труба вместо 90° фиттингов) и самую маленькую длину
- гидробак должен располагаться над насосом (гравитационный перепад)
- система должна быть сконструирована таким образом, чтобы нагреваться до запланированной рабочей температуры за короткий период после начала холодного пуска (объем бака не должен быть слишком большим, масляный радиатор необходимо миновать во время холодного пуска)
- используемые гидромасла должны иметь наименьшую вязкость и возможность незначительного повышения уровня вязкости (высокий индекс вязкости)
- используемые типы насосов не должны быть слишком чувствительны к кавитации (например, шестеренчатые насосы).

Фильтры серии ES производства ARGO-HYTOS относятся к серии легкоремонтируемых всасывающих фильтров, устанавливаемых в бак, показавших превосходную работу в гидростатических трансмиссиях на мобильной технике.

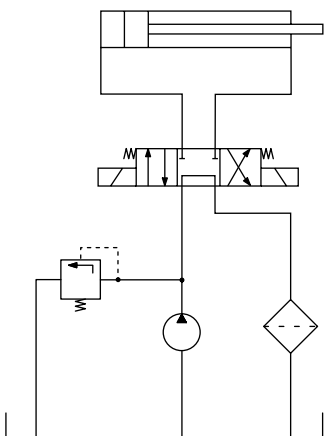
## Сливной фильтр

Выгоднее всего использовать фильтры, установленные непосредственно на бак или встроенные в него, поскольку в данном случае происходит фильтрация всего потока рабочей жидкости (полнопоточная фильтрация) при низких затратах и на минимальной площади.

Полнопоточная очистка возвратного потока жидкости защищает насосы от попадания грязи, которая проникает в систему снаружи (особенно через гидроцилиндры) и образуется в результате износа деталей.

При выборе фильтра нужного размера необходимо руководствоваться данными о максимально возможном расходе рабочей жидкости. В зависимости от соотношения площадей поршня и штока гидравлического цилиндра, он может быть гораздо больше расхода насосов.

Полнопоточная фильтрация невозможна и следовательно нецелесообразна тогда, когда максимальный расход рабочей жидкости выше, чем расход насоса (например, из-за соотношения площадей у цилиндров, и/или опустошения гидроаккумуляторов).



Гидравлическая система со сливным фильтром

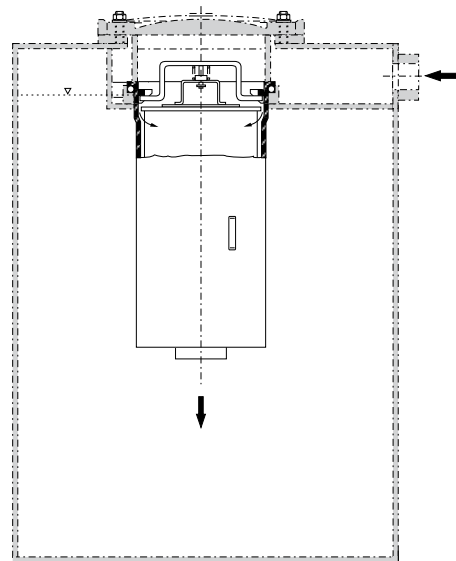
Максимальный уровень давления (в основном определяется рабочим давлением и характеристикой байпасного клапана) рассчитывается в зависимости от следующих факторов:

- если дренажные линии насосов и/или моторов подсоединены к системе сливного фильтра, давление нельзя поднимать выше отметки, указанной производителем специально для данных компонентов. (Ограничения указаны на уплотнительном кольце выходного/входного валов).
- в некоторых случаях, когда в системе подсоединены сразу несколько компонентов, значительное повышение давления может повлечь за собой неожиданные действия – например, гидроцилиндры могут случайно двигаться.

Во избежание вспенивания масла в баке отверстие для слива должно находиться ниже уровня масла при любых условиях эксплуатации. Расстояние до дна бака должно составлять 2-3 диаметра отверстия (диаметр удлинительной трубки), чтобы предотвратить кружение частиц, уже осевших на дно.

Изначально ARGO-HYTOS активно предлагала использовать сливные фильтры для мобильных установок, вмонтированные под крышкой бака, в отдельный резервуар для сливного масла.

В 1983, ARGO-HYTOS стала первой компанией-производителем, которая начала продажу сливных фильтров, устанавливаемых на бак, и в которых использовался сменный бумажный фильтроэлемент, встроенный в головку фильтра в качестве воздушного фильтра бака.



Е 440 ... Е 700 сливные фильтры для установки в бак



Е 103 сливной фильтр для установки на бак, оборудованный интегрированным воздушным фильтром.

## Возвратно-всасывающие фильтры

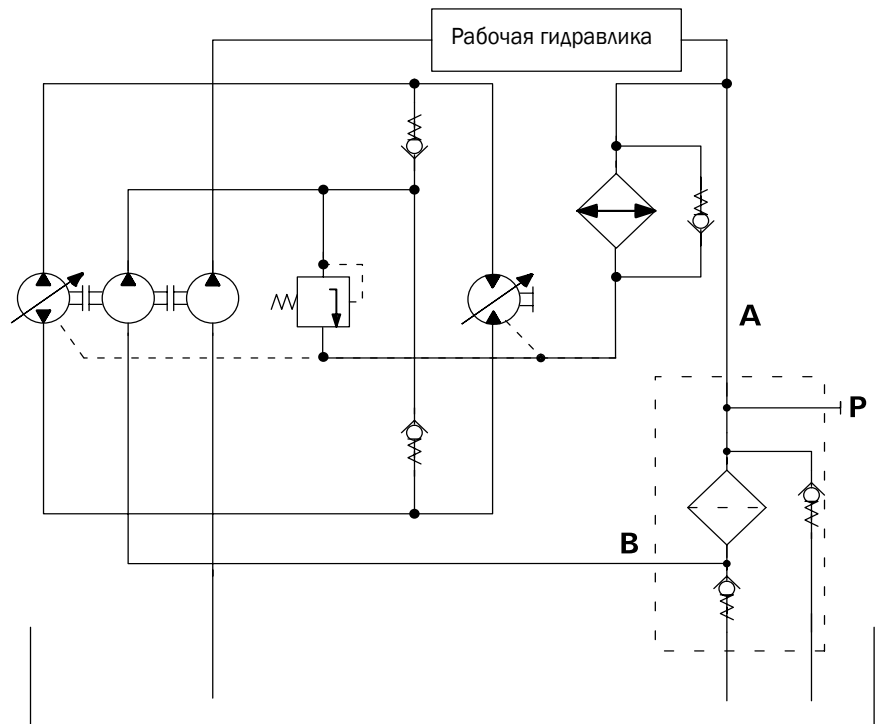
Свои первые модели возвратно-всасывающих фильтров ARGO-HYTOS разработала в середине 80х годов. На машинах с гидростатическим приводом и комбинированной гидравликой данные фильтры заменяли всасывающие и/или напорные фильтры, которые ранее требовались для подпиточных насосов в закрытых гидростатических приводах, в открытых контурах они заменяли сливные фильтры, используемые в рабочей гидравлике.

Достоинством этого типа фильтров является то, что очищенное масло направляется в подпиточный насос при давлении выше допустимого на 0,5 Бар, исключая образование кавитации в данном насосе поэтому возможна превосходная характеристика холодного пуска.

Для поддержания повышенного давления приблизительно на 0,5 Бар при соединении подпиточного насоса, разность между сливным и всасываемым потоками должна существовать при любых условиях.

Клапан сброса давления обеспечивает подачу масла непосредственно в бак при давлении  $\Delta p$  начиная от 2.5 Бар (поэтому в открытом контуре режим "байпас" не используется!).

Если дренажное масло из гидростатического привода пропускается сквозь фильтр так же как и поток рабочей жидкости в открытом контуре, то во избежании повреждения уплотнений валов, не допускайте повышение давления в дренажной линии (учитывайте перепад давления в дренажных линиях, масляном радиаторе и клапане сброса давления на фильтре).



гидросистема с возвратно-всасывающим фильтром



Возвратно-всасывающие фильтры производства ARGO-HYTOS

## Напорные фильтры и напорные фильтры высокого давления

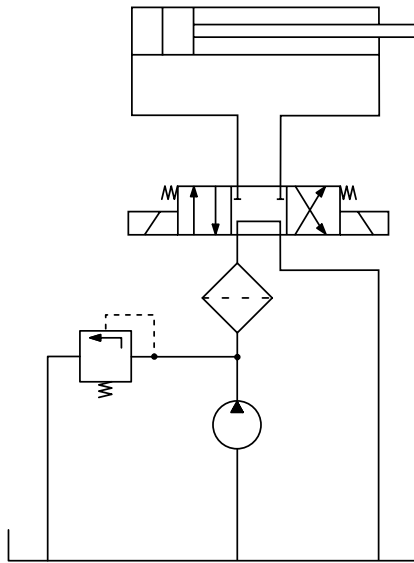
Основной задачей данного типа фильтров является защита гидравлических компонентов. По этой причине данные фильтры устанавливаются по возможности перед компонентами.

Учитывая риск проникновения загрязняющих частиц в систему снаружи и возможность износа насоса, при выборе напорного фильтра или фильтра высокого давления решающую роль могут сыграть следующие факторы :

- гидравлические компоненты чувствительны к загрязнениям (например, вспомогательные клапаны) и/или играют неотъемлемую роль в работе всей системы
- компоненты являются дорогостоящими (например, большие цилиндры, вспомогательные клапаны, гидромоторы) и крайне важны для обеспечения безопасности оборудования (тормозной системы, систем рулевого управления и системы передачи)
- в случае отказа системы в результате сбоев в работе или поломки гидравлического компонента, вызванных загрязнениями, расходы на починку будут непомерно высоки.

Фильтры высокого давления должны выдерживать максимальное давление системы, и в большинстве случаев, отличаться высокой усталостной прочностью, поскольку в гидросистеме часто случаются пики давления.

ARGO-HYTOS убеждено в том, что безопасность играет важнейшую роль. Так, корпуса фильтров всегда подвергаются испытаниям на усталостную прочность с пульсацией давления больше 10 миллионов ударов. И только после этого запускаются в серийное производство. В процессе эксплуатации они проходят так же испытания на герметичность.



Гидросистема с фильтром высокого давления



Фильтр высокого давления производства ARGO-HYTOS

Во многих случаях фильтры высокого давления выполняют свою функцию, фильтруя только часть потока, либо отсеивая только грубые частицы грязи. То есть, выступают в качестве защитных фильтров. В подобных условиях в другой части системы должен быть установлен мелкопористый фильтр, чтобы учесть требования по защите против изнашивания.

Фильтры высокого давления, выполняющие функцию защитных, должны быть оснащены реле разности давлений, контролирующим уровень загрязнения фильтроэлемента. Только фильтры без байпасного клапана могут устанавливаться перед наиболее важными элементами. Такие виды фильтров должны быть снабжены высокопрочным фильтроэлементом, способным выдерживать нагрузки, связанные с большими перепадами давления.

В этом случае на максимальный перепад давления будет влиять разница между показателем вязкости начала работы  $v_2$  и показателем вязкости в процессе эксплуатации  $v_1$ .

Если допустить, что в случае реагирования реле разности давлений, фильтроэлемент тут же заменяется, то с помощью следующей формулы можно рассчитать максимально возможный перепад давления на фильтроэлементе.

$$\Delta p_2 = \frac{v_2}{v_1} \times \Delta p_1$$

$v_1$  = рабочая вязкость

$v_2$  = начальная вязкость

$\Delta p_1$  = максимальный перепад давления срабатывание дифференциального реле давления при рабочей вязкости  $v_1$

$\Delta p_2$  = максимальный перепад давления при начальной вязкости  $v_2$



Пример вычисления:

- рабочая вязкость  $\nu_1 = 35 \text{ мм}^2/\text{с}$
- начальная вязкость  $\nu_2 = 700 \text{ мм}^2/\text{с}$
- давление срабатывания дифференциального реле =  $5 \pm 0.5 \text{ Бар}$
- максимальный перепад давления  $\Delta p_1 = 5.5 \text{ Бар}$

$$\Delta p_2 = \frac{700}{35} \times 5.5 \text{ Бар} = 110 \text{ Бар}$$

В результате вычислений получаем перепад давления равный 110 Бар. Фильтроэлементы EXAPOR<sup>®</sup>MAX производства ARGO-HYTOS, с давлением разрушения 160 Бар, были разработаны специально для этих целей.

Элементы EXAPOR<sup>®</sup>MAX, используемые в фильтрах высокого давления без перепускного клапана производства ARGO-HYTOS имеют давление разрушения 160 Бар и способны выдерживать перепад давления, отвечая самым высоким требованиям надежности.

- повреждение фильтрующего слоя при давлении ниже установленного уровня исключено благодаря дополнительной защите, которую обеспечивает фильтрующий материал с присущей ему устойчивостью.
- за процессом производства фильтроэлементов ведется постоянный контроль с дополнительными проверками качества в соответствии со стандартом ISO 2942.

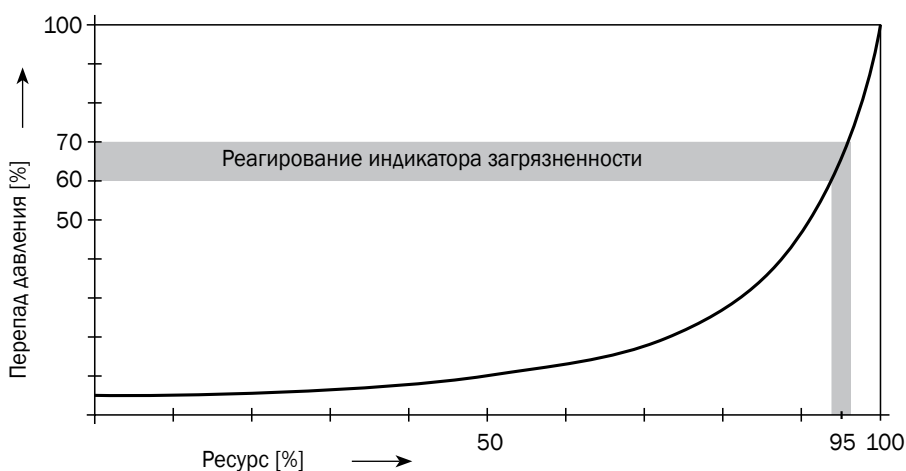
## Индикаторы загрязненности

При увеличении срока эксплуатации фильтроэлемента, увеличивается и уровень загрязненности и, как следствие, перепад давления. Это влечет за собой повышение и/или перепад давления, что контролируется индикатором загрязненности. Как только уровень давления повышается, срабатывает электрический и/или оптический индикатор.

Необходимо отметить следующее: перепад давления на фильтроэлементе зависит от расхода, степени загрязнения и кинематической вязкости рабочей жидкости. Поэтому фильтроэлемент может считаться загрязненным и требует замены, только в случае, когда индикатор загрязненности реагирует на температурный режим гидросистемы, и сигнал не исчезает

Последствия несвоевременной замены фильтроэлемента:

- фильтры с перепускным клапаном: чем сильнее загрязнен фильтроэлемент, тем чаще будет срабатывать перепускной клапан, то есть, часть рабочей жидкости останется неочищенной.
- фильтры без перепускного клапана: перепад давления на фильтроэлементе, а следовательно и КПД будет постоянно снижаться, что приведет к недопустимому нагреванию гидравлического масла.



Процесс загрязнения фильтроэлемента в течение всего периода эксплуатации



Реле разности давлений



Датчики давления и манометры

## Сапуны (воздушные фильтры)

В следствие перепадов температур, а так же использования цилиндров и/или гидроаккумуляторов, уровень масла в баке гидросистемы постоянно изменяется.

Разность давлений с окружающей средой, возникающая из-за этого, компенсируется за счет воздухообмена, который так же способствует попаданию частиц грязи в бак.

Сапун предотвращает попадание грязи. И в идеале он должен иметь такую же чистоту фильтрации, что и фильтры системы.

Сапуны с сдвоенным подпорным клапаном максимально сокращает циркуляцию воздуха между баком и окружающей средой, тем самым уменьшая количество попадаемой внутрь грязи и пыли и увеличивая срок эксплуатации фильтроэлемента.

Немаловажно при этом согласовать объем воздуха в баке, давление срабатывания (открывания) клапана и специфическую конструкцию гидросистемы.

При установленном объеме воздуха в баке, датчик давления будет моментально срабатывать, уменьшая приток воздуха. Воздухообмен при заданном давлении срабатывания воздушного фильтра может быть уменьшен путем увеличения объема воздуха в баке.



Сапуны производства ARGO-HYTOS

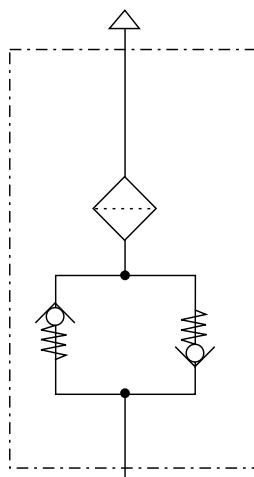


Схема сапунов с сдвоенным подпорным клапаном



Сапуны ARGO-HYTOS с системой защиты от кражи

Удобная конструкция делает возможным регулировку заданного уровня давления в баке, что улучшает всасывающие способности у насосов.

Особенность: сапуны производства ARGO-HYTOS снабжены системой защиты от вандализма. Данный вид воздушных фильтров может быть демонтирован только специальным гаечным ключом, который прилагается к изделию. Это усложняет процесс отсоединения фильтра, или возможность влить грязь через открытую вентиляцию, когда сапун демонтирован.

### Автономные фильтры

Все чаще в системах, подверженных тяжелым нагрузкам, для предотвращения попадания сверхтонких частиц используют дополнительные автономные фильтры. В отличие от основных, автономные фильтры очищают лишь часть от всего потока рабочей жидкости в системе. В зависимости от влияния окружающей среды (количества загрязнений) и заданной тонкости фильтрации, эта часть фильтруемого потока должна составлять (л/мин) примерно от 2 до 10% от всего объема бака (в литрах).

В комбинации с ультратонкими фильтроэлементами и путем постоянной фильтрации Вы сможете достигнуть потрясающих показателей чистоты масла, не завися от рабочего цикла машины. Кроме того, поскольку нагрузка на основные фильтры значительно уменьшается, срок использования фильтров становится больше.

Системы автономных фильтров необходимо использовать в дополнении к основным фильтрам; в таком случае последние смогут выступать в качестве защитных, т.к. им не нужно будет поддерживать высокую степень фильтрации.

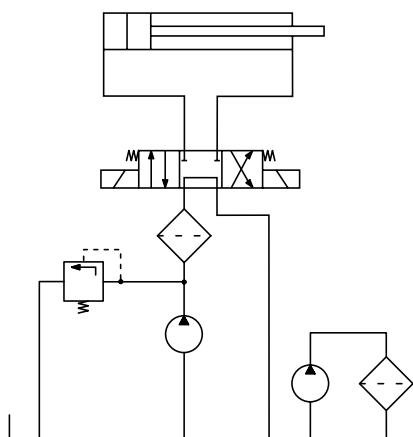
Следующие два понятия необходимо хорошо различать:

- **автономные фильтры с регулятором расхода**

Из рабочего контура системы необходимое количество масла изначально проходить сквозь интегрированный регулятор потока, а затем поступает в бак через автономный фильтр. Такая сборка очень удобна для модернизированных систем очистки.

- **фильтровальная установка**

В данном случае вмонтирован мотор-насос. Этот вариант более привлекателен с экономической точки зрения по сравнению предыдущим, поскольку снижены затраты энергии. Отдельные контуры фильтро-радиатора могут быть использованы в комбинации с маслоохладителем.



Гидросистема с фильтром высокого давления и фильтровальной установкой

### Фильтровальная установка.

Чтобы гарантировать необходимый уровень чистоты масла при заполнении системы в первый раз или при ее повторном заполнении рабочей среды должен быть очищен фильтровальными установками с ультратонкими фильтроэлементами.

Мобильные фильтровальные установки также подходят для очистки гидравлических систем систем смазки, не предполагающих использование автономных фильтров с самого начала и не имеющих возможность их установки позже. Вы можете достигнуть оптимальных результатов, если процесс очистки и/или заполнения контролируется специальной диагностической системой, такой как счетчик частиц.



Автономная фильтровальная установка с мотор-насосом



Мобильная фильтровальная установка с системой диагностики масла

## Определение тонкости фильтрации

Многопроходное испытание по стандарту ISO 16889:1999 (изначально ISO 4572:1981) помогает определить количество частиц до и после фильтра относительно заданного размера частиц. Это делает возможным расчет соответствующей бета фактора (коэффициента фильтрации), которая является показателем количества частиц до и после фильтра.

$$\text{Бета величина } \beta = \frac{\text{Кол-во частиц до фильтрации}}{\text{Кол-во частиц после фильтрации}}$$

Уровень фильтрации (или эффективность фильтрации) рассчитывается аналогичным способом:

$$= \frac{\text{Кол-во частиц до фильтрации} - \text{Кол-во частиц после фильтрации}}{\text{Кол-во частиц до фильтрации}} \times 100\%$$

Эти две величины находятся в следующем соотношении:

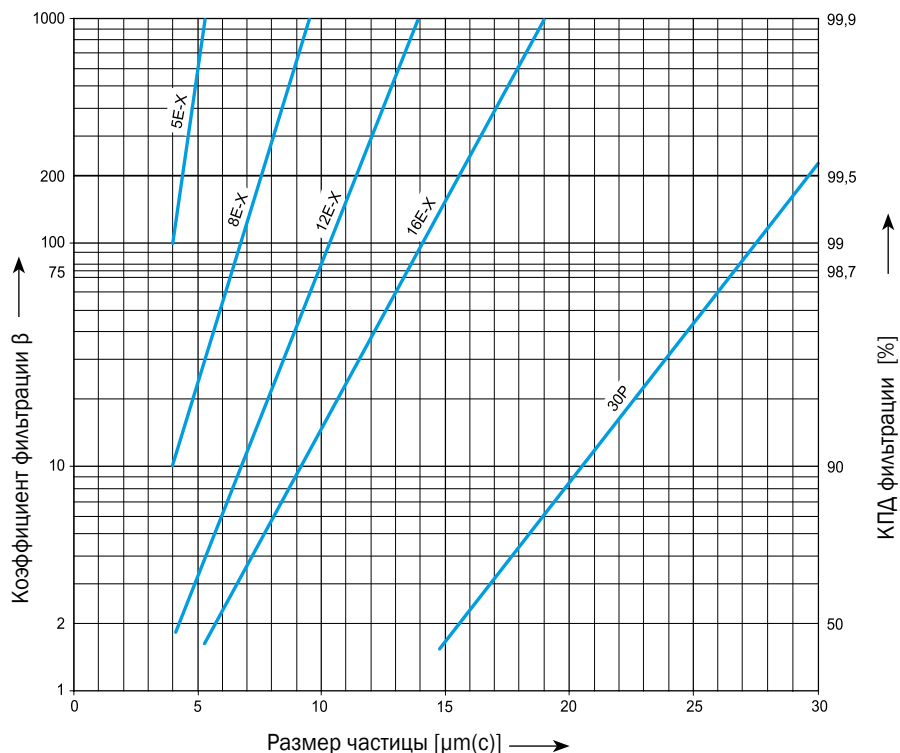
$$\text{КПД фильтрации (в \%)} = \left(1 - \frac{1}{\beta}\right) \times 100\%$$

Таблица, приведенная ниже, представляет числовые значения:

Бета величина $\beta$	1	1,5	2	5	10	20	50	75	100	200	1000	10000
КПО фильтрации	0,00%	33,33%	50,00%	80,00%	90,00%	95,00%	98,00%	98,67%	99,00	99,50%	99,90%	99,99%

Соотношение между КПД фильтрации и бета величиной.

Тонкость фильтрации фильтра ARGO-HYTOS основана на среднем значении бета величины 200 ( $\beta_{x(c)} = 200$  согласно ISO 16889:1999) соответствующем показателю КПД фильтрации в 99,5%. Кривые фильтрации показаны на графике



ARGO-HYTOS тонкость фильтрации:

Соотношение коэффициента фильтрации  $\beta$  и КПД фильтрации с размером частиц по стандарту ISO 16889

Это делает возможными расчеты коэффициента  $\beta$  и КПД фильтрации в процентах для частиц разных размеров, проясняя взаимосвязь между различными уровнями тонкости фильтрации.

Характеристики каждой отдельной кривой

определяют степень чистоты для напорной жидкости, что можно сделать на практике.





**Классификация степеней очистки масла.**

Наиболее распространенным считаются системы классификации в соответствии со стандартом ISO 4406 и NAS 1638. Обе системы нужны для описания процесса распространения твердых частиц в рабочей жидкости в соответствии с их количеством и размерами. Это было достигнуто путем присвоения определенному количеству частиц с определенным размером кодового номера или отнесения их к классу. Каждый раз с ухудшением чистоты масла (спускание на один класс) количество частиц удваивается.

Кол-во частиц на 1мл		Номер кода
от	до	
80.000	160.000	24
40.000	80.000	23
20.000	40.000	22
10.000	20.000	21
5.000	10.000	20
2.500	5.000	19
1.300	2.500	18
640	1.300	17
320	640	16
160	320	15
80	160	14
40	80	13
20	40	12
10	20	11
5	10	10
2,5	5	9
1,3	2,5	8
0,64	1,3	7
0,32	0,64	6
0,16	0,32	5
0,08	0,16	4
0,04	0,08	3
0,02	0,04	2
0,01	0,02	1

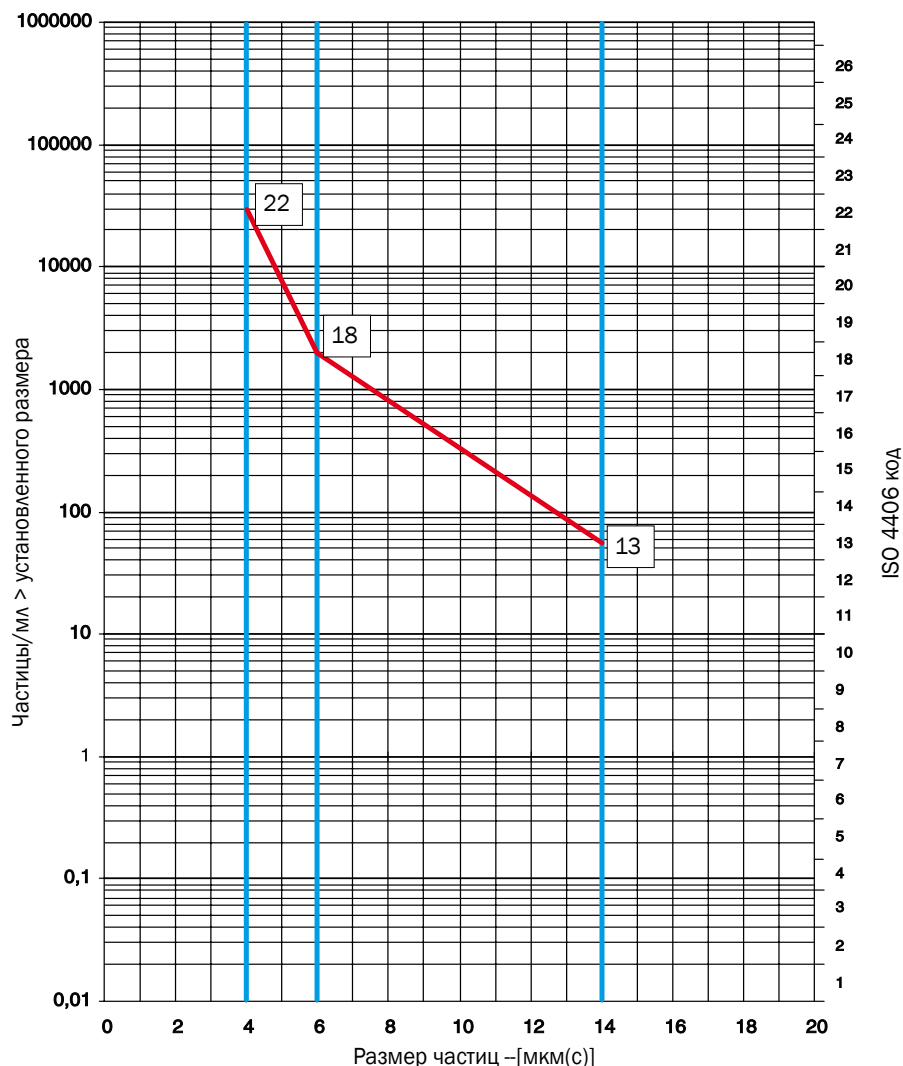
Выписка из стандарта ISO 4406:1987 или ISO 4406:1999

Данное отношение показано в таблице. В качестве примера взят стандарт ISO 4406. Система NAS 1638 использует различные градации размеров частиц для описания процесса их распространения, в то время как ISO 4406:1987 указывает коды для частиц >5 мкм и >15 мкм. Точно так же обновленный стандарт ISO 4406:1999 указывает частицы >6 мкм и >14 мкм как коды. В дополнение, данный стандарт содержит код для частиц >4 мкм, обозначаемый знаком «тире», если точно определить невозможно.

Из-за различий между ISO 4406:1987 и ISO 4406:1999 могут наблюдаться несовпадения по классу чистоты между старыми и новыми стандартами при сравнении аналитических данных одинаковых образцов масла.

Например, образец масла может иметь класс чистоты 16/13 (>5 мкм/15 мкм) в соответствии с ISO 4406:1987, однако по ISO 4406:1999 класс чистоты может быть в пределах -/16/13 и -/17/13 (>4 мкм(с)/> 6 мкм (с)/ > 14 мкм (с)).

На следующем графике показана оценка образца масла в соответствии с новым стандартом, ISO 4406:1999.



Оценка пробы масла по стандарту ISO 4406:1999

### Требуемая чистота масла

Чистота рабочего масла, которая считается оптимальной для системы, определяется компонентом наиболее чувствительным к загрязнениям. В случае если производитель компонентов не предоставляет никакой дополнительной информации, касающейся требуемого уровня чистоты масла или тонкости фильтрации, мы советуем Вам обратиться к ниже указанным таблицам для определения уровня чистоты рабочей жидкости.

Перечисленные ниже исходные значения для нормальных частиц относятся к основному диапазону давлений от 160 до 210 Бар.

В случае повышения рабочего давления в системе, необходимо улучшить чистоту рабочей жидкости, чтобы достигнуть прежнего срока износа для компонентов. Ниже представленная таблица показывает необходимые изменения в показателях чистоты при увеличении рабочего давления по отношению к основному диапазону давлений от 160 до 210 Бар.

<b>Насосы</b>	
Аксиально поршневые	21 / 18 / 15
Радиально поршневые	21 / 18 / 15
Шестеренчатые	21 / 18 / 15
Пластинчатые	20 / 17 / 14
<b>Моторы</b>	
Аксиально поршневые	21 / 18 / 15
Радиально поршневые	21 / 18 / 15
Шестеренчатые	21 / 18 / 15
Пластинчатые	20 / 17 / 14
<b>Клапаны</b>	
Гидрораспределители (электромагнитные клапаны)	21 / 18 / 15
Клапаны давления	21 / 18 / 15
Регуляторы расхода	21 / 18 / 15
Обратные клапаны	21 / 18 / 15
Пропорциональные клапаны	20 / 17 / 14
Сервоклапаны	17 / 14 / 11
<b>Цилиндры</b>	
	21 / 18 / 15

Классы чистоты масла для гидравлических компонентов (160...210 Бар)

Объясним на следующем примере, каким образом рабочее давление влияет на требуемый уровень очистки масла, а следовательно и на тонкость фильтрации.

В системе с шестеренчатым насосом и пропорциональными клапанами, требуются степени очистки масла 20/17/14 в соответствии со стандартом ISO 4406 для того, чтобы рабочее давление поднялось до 210 Бар. Если рабочее давление увеличивается до 250 Бар, таблица показывает, что необходимо улучшение качество очистки масла на 1 класс 19/16/13 соответственно.

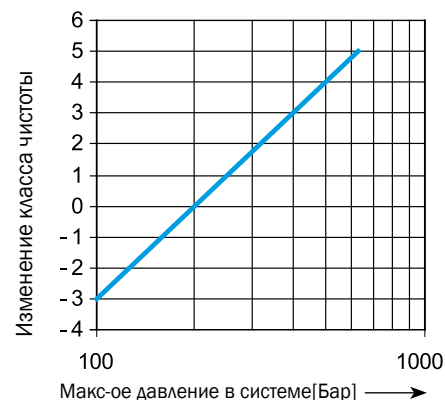
На требуемую степень очистки масла также влияют и другие переменные помимо рабочего давления:

- ожидаемый ресурс машины
- стоимость починки/запчастей
- непредвиденные расходы в случае отключения системы
- требования к надежности системы (что определяется не только качеством очистки масла!)

Если один из этих аспектов является наиболее важным, уровень очистки масла должно сместиться на один класс. Если два и больше – качество очистки должно улучшиться на 2 класса.

В примере, приведенном ниже, при использовании так же первоклассных цилиндров и риске затрат, вызванных отключением системы, мы рекомендуем класс чистоты масла 17/14/11 вместо 19/16/13 (лучше на 2 класса).

Рабочее давление	Изменение чистоты масла
0 ...100 Бар	3 класс (плохо)
100...160 Бар	1 класс (плохо)
160...210 Бар	нет
210...250 Бар	1 класс (лучше)
250...315 Бар	2 класс (лучше)
315...420 Бар	3 класс (лучше)
420...500 Бар	4 класс (лучше)
500...630 Бар	5 класс (лучше)

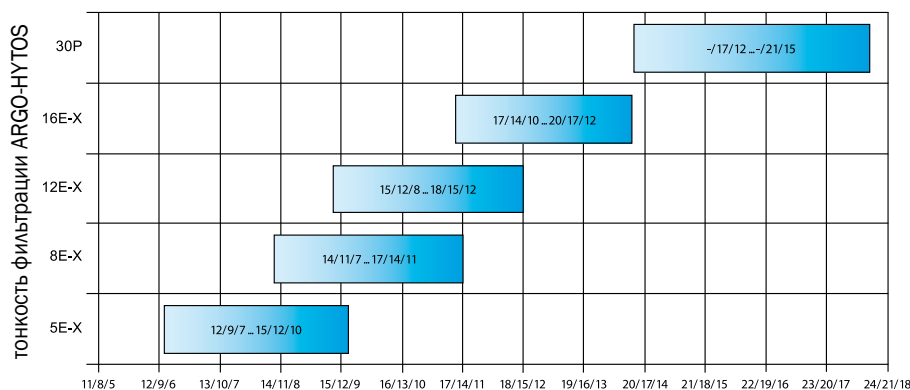


Влияние рабочего давления на требуемую чистоту масла



### Требуемая тонкость фильтрации

Постоянная оценка образцов масла в течение последних десятилетий помогла установить какую степень очистки масла с какой тонкостью фильтрации можно достигнуть при определенных условиях системы. Для полнопоточной фильтрации при самых неблагоприятных условиях, уровни чистоты по стандарту ISO 4406:1999 могут быть достигнуты со следующими показателями тонкости фильтрации ARGO-HYTOS:



Чистота масла по стандарту ISO 4406

#### Допустимые уровни чистоты

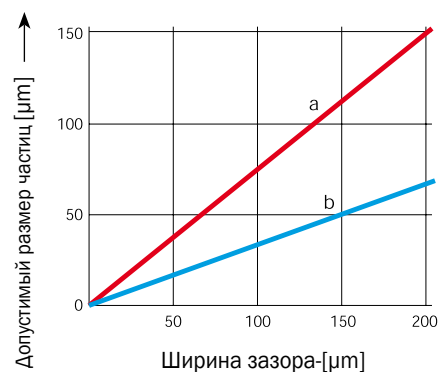
Однако значительно более высокие уровни чистоты масла можно получить при определенных условиях окружающей среды и особенных условиях системы. Условия, которые могут оказать положительное воздействие на уровень чистоты:

- особенности исполнения, позволяющие сократить количество загрязнителей проникающих в систему извне (высококачественные сальники в гидроцилиндрах, хорошие уплотнительные кольца вала)
- воздушные фильтры в баке с тонкими фильтроэлементами
- равномерный, не пульсирующий поток (это могут обеспечить регулируемые насосы, например)
- низкий перепад давлений, что может быть достигнуто при использовании всасывающих или автономных фильтров.

Влияние одного или двух из вышеуказанных критериев является решающим при отнесении достигнутых уровней очистки масла в левый конец (благоприятные случаи) или в правый конец (неблагоприятные случаи). В ранее упомянутом примере расчета требовался уровень очистки масла 19/16/13. Теперь мы определим какой тип фильтра производства ARGO-HYTOS нам необходим для данного случая.

### Тонкость фильтрации необходимая для предотвращения закупоривания зазоров

Распространенной причиной выхода из строя гидравлических компонентов является закупоривание зазоров и выпускных отверстий. К этой проблеме чувствительны регуляторы потока, дроссели и сервоклапаны. Если относительное перемещение зазора незначительно, существует большая вероятность закупоривания данного зазора частичкой грязи размером больше 1/3 высоты наименьшего зазора (показатель линии b на графике данном чуть ниже). Помня о такой возможности, мы можем сделать вывод, что абсолютная тонкость фильтрации должна равняться данному значению, или даже быть ниже. Данный график показывает, как ширина зазора соотносится с допустимым размером частицы загрязнения.



Допустимый размер частиц в соответствии с шириной зазора с (a) большим и (b) малым смещением зазора.

В соответствии с графиком при тонкости фильтрации 16E-X мы можем получить уровень очистки масла 17/14/10 в самом лучшем случае. Но при неблагоприятных условиях нам удастся достичь только уровня 20/17/12. С другой стороны, при тонкости фильтрации 12E-X мы сможем получить требуемый уровень очистки 19/16/13 даже при самых неблагоприятных условиях. Новая классификация счетчика частиц основана на стандарте ISO MTD (испытания на грязеемкость). В половине из всех случаев это означает, что – касательно результата классификации ACFTD – измеренный уровень очистки масла может опуститься на один класс, если мы проведем оценку по стандарту ISO 4406:1987 для частиц >5 мкм, в соединении со стандартом ISO 4406:1999 для частиц >6 мкм

### Номинальный расход рабочей жидкости

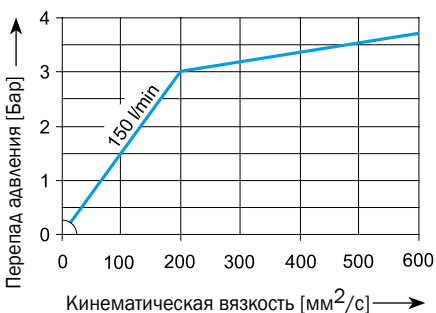
Только правильный выбор фильтра нужного Вам размера, принимая во внимание все особенности эксплуатации, может гарантировать Вам что:

- ресурс Вашего фильтра будет самым экономически выгодным
- даже при повышенном первоначальном уровне вязкости, 100% фильтрация обеспечит высокую безопасность работы всех гидравлических компонентов и минимальный перепад давления в системе.

Этот важнейший критерий необходимо взять в расчет, когда Вы будете определяться с номинальным расходом рабочей жидкости гидравлического фильтра.

- в реальных рабочих условиях ресурс фильтра должен составлять по меньшей мере 1000 рабочих часов (для этой цели, на базе опыта эксплуатации ARGO-HYTOS, можно сказать, что необходим специфический уровень грязеемкости расхода рабочей жидкости 0.07 г на л/об. )
- при номинальном расходе перепускной клапан фильтра должен оставаться в закрытом состоянии во время первого запуска (новый фильтроэлемент) до тех пор, пока начальная вязкость не будет равна 200 мм<sup>2</sup>/с (см. график ниже). Это соответствует температуре примерно равной 15 С с гидравлическим маслом по ISO VG 46 или HLP 46..

Исходя из того, что перепад давления на



Перепад давления в фильтре в зависимости от кинематической вязкости

ультратонких фильтроэлементах более или менее пропорционален кинематической вязкости, примерный допустимый расход для рабочих жидкостей, варьирующихся от ISO VG 46, рассчитывается:

$$Q_{\max} = Q_N \times \frac{v_1}{v_2}$$

$Q_{\max}$  — допустимый максимальный расход жидкости, в случае если ее вязкость отличается от стандарта ISO VG 46

$Q_N$  = номинальный расход раб.жид. на основе стандарта ISO VG 46

$v_1$  = кинематическая вязкость рабочей жидкости стандарта ISO VG 46 при 15 °С (соответствует 200 мм<sup>2</sup>/с)

$v_2$  = кинематическая вязкость рабочей жидкости при 15 °С

При использовании гидравлических масел

с низкой степенью вязкости, можно достигнуть коэффициент расхода масла выше номинального. Для вещества с более высокой вязкостью, с другой стороны, возможен более низкий по сравнению с номинальным расход рабочей жидкости. Это способствует появлению следующих факторов  $Q_N$ , когда используются гидромасла различных классов вязкости:

В зависимости от типа фильтра следующие

ISO класс вязкости	Factor for $Q_N$
22	2.60
32	1.60
46	1.00
68	0.60
100	0.38
150	0.23
220	0.14
320	0.09

показатели скорости потока в трубопроводах и шлангах не могут быть превышены:

- всасывающий фильтр: 1.5 м/с
- сливной фильтр: 4.5 м/с
- напорный фильтр с давлением 40 Бар: 4.5 м/с
- фильтр высокого давления до 250 Бар: 8 м/с
- фильтр высокого давления до 600 Бар: 12 м/с

Все показатели номинального расхода рж, обозначенные компанией ARGO-HYTOS, основаны на вышеперечисленных критериях, которые были полностью проверены на практике.



### Как определить необходимый уровень грязеемкости

Во многих случаях клиент сообщает и необходимый ресурс фильтра в рабочих часах (Bh в формулах) и грязеемкость в граммах по ISO MTD. Если ресурс обозначен (зачастую он равняется интервалам между заменами фильтра, исходя из инструкций по эксплуатации и сервисному обслуживанию) можно применить безопасный показателем от 1.2 до 2.0 для подсчета требуемой грязеемкости по ISO MTD фильтроэлемента. Запас прочности основан на значимости и весомости таких критериев как:

- природа влияний окружающей среды (пыль, сырость, температура)
- следование инструкциям по сервисному обслуживанию (оригинальный запчасти, качество масла, интервалы между заменами)
- мониторинг фильтра, осуществляемый электрическим/оптическим индикатором загрязнения
- преждевременная замены фильтроэлементов

Требуемое значение грязеемкости в граммах по ISO MTD высчитывается по следующей формуле:

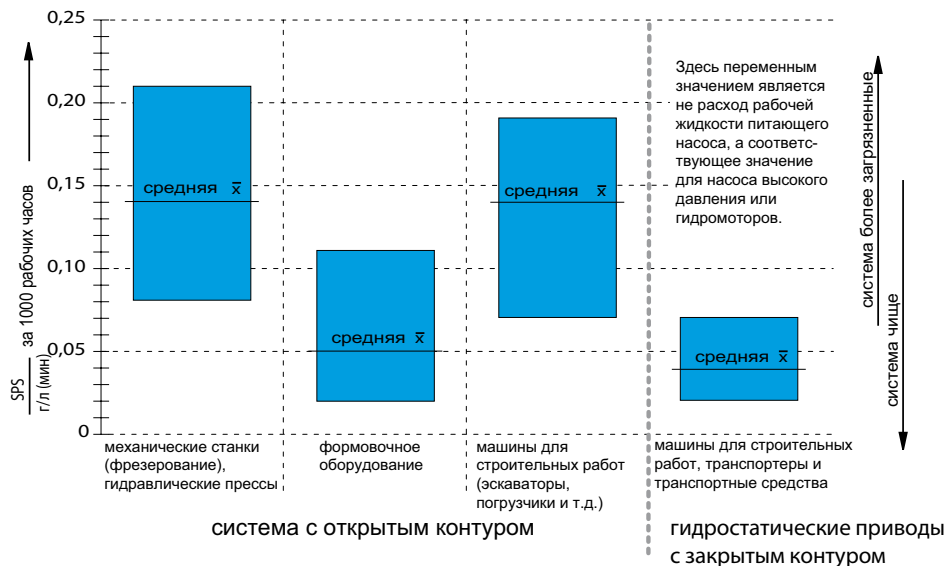
$$\text{Грязеемкость}_{\text{заданная}} = \frac{\text{Определенный ресурс}}{1000Bh} \times S \times SPS \times Q$$

Ресурс = необходимый ресурс рабочих часах (Bh)

S=фактор надежности (1,2 ... 2,0)

SPS=обозначенный уровень поступления загрязнителей в г/л/мин (см. выше значения, полученные на основе опыта работы)

Q=увеличенный расход рабочей жидкости рабочего насоса в л/мин.



SPS значения для стандартных гидросистем

### SPS-значения

SPS = обозначенный уровень поступления загрязнителей в г/л/мин напорное течение в 1000 рабочих часов.

В многопроходном испытании грязеемкость определяется с помощью теста на пыль, которая по своим химическим и физическим характеристикам отличается от обыкновенной пыли. Ресурс фильтра, который можно вычислить в различных гидросистемах практическим способом, здесь может быть определен только благодаря постоянным исследованиям в этой области. Значение SPS обозначает отношение уровня грязеемкости (определенного многопроходным испытанием) к ресурсу фильтра, который может быть определен только на практике. Все SPS- значения для часто используемых гидросистем показаны на графике.

Эти полученные опытным путем значения относятся к исполнению машины с хорошо защищенным гидравлическим цилиндром и продуктивными воздушными фильтрами бака.

По оборудованию, не включенному в данный перечень, просим связаться с компанией ARGO-HYTOS для получения SPS-значений.

### Как определить ресурс

Высчитанная грязеемкость сравнивается с ISO MTD значениями, указанными в информационных листках компании ARGO-HYTOS, при этом учитывается уже установленный коэффициент тонкости фильтрации и номинальный расход потока.

Если таблица отбора показывает, что грязеемкость выбранного Вами фильтра сильно отличается от определенного уровня, необходимо будет выбрать фильтр большего размера. Если же разница незначительна, клиент свободен в принятии решения. Ресурс в часах может быть определен следующим способом:

$$\text{Ресурс}_{\text{действит}} = \frac{\text{Грязеемкость}_{\text{действит}}}{S \times SPS \times Q} \times 1000Bh$$

Если полученный результат сильно отличается от определенного нами, необходимо еще раз перепроверить начальную информацию и факторы безопасности, установить была ли система отнесена с правильной группе на основании значений SPS.

Перед тем, как определиться с типом фильтра, необходимо установить следующее:

Особенности исполнения фильтра:

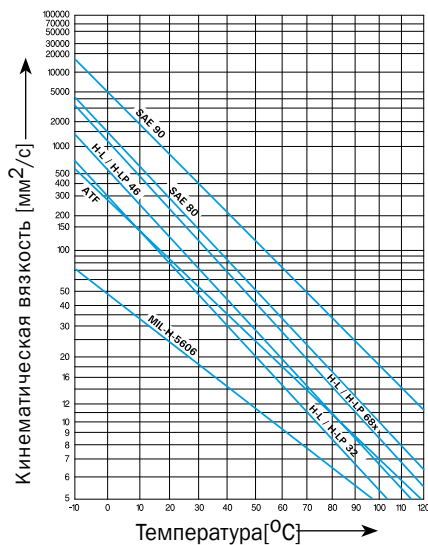
- легкая замена фильтроэлемента
- тип индикатора загрязненности
- расположение/размеры бака
- разность уровней/углов
- присоединительная резьба/фланцы



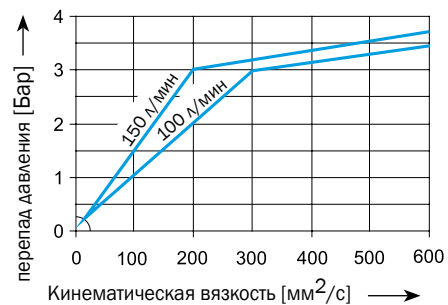
Индикаторы загрязненности

Особенности гидросистемы:

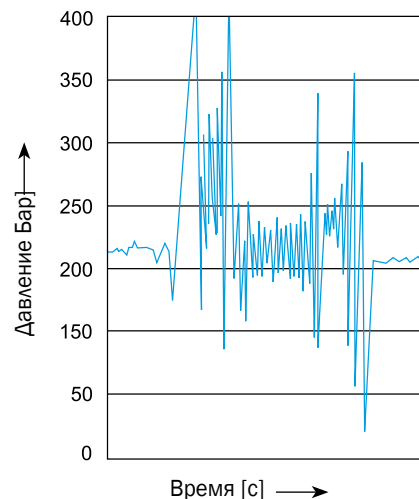
- тип рабочей жидкости
- уровень/кол-во возможных пиков давления
- перепады давления при номинальном расходе рабочей жидкости
- вязкость
- требуемый/возможный пропускной клапан



Вязкость



Перепад давления



Пики давления



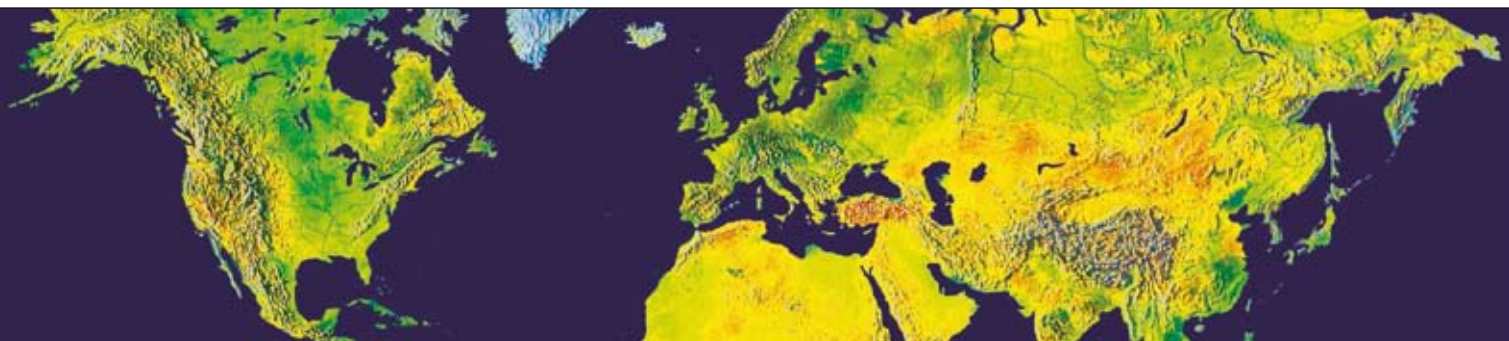
Фильтры высокого давления с фланцевым/резьбовым соединением.

Мы уверены, что из наших "Рекомендаций" Вы почерпнули для себя очень много важной информации, которая поможет Вам принять правильное решение.

Однако, никакие брошюры не смогут сравниться с настоящими рекомендациями, который Вам может дать высококвалифицированный специалист по фильтрам из нашей компании.



## ARGO-HYTOS в мире



### Представительства ARGO-HYTOS

ARGO-HYTOS GMBH	D-76703 Kraichtal-Menzingen	Tel: +49-7250-76-0	Fax: +49-7250-76-199	info.de@argo-hytos.com
ARGO-HYTOS s.r.o.	CZ-54315 Vrchlabí	Tel: +420-499-403 111	Fax: +420-499-403 421	info.cz@argo-hytos.com
ARGO-HYTOS SARL	F-57200 Sarreguemines	Tel: +33-387-28 53 30	Fax: +33-387-28 53 39	info.fr@argo-hytos.com
ARGO-HYTOS Ltd.	GB-Rotherham, S60 1FB	Tel: +44-1709-83 93 00	Fax: +44-1709-83 94 00	info.uk@argo-hytos.com
ARGO-HYTOS Hong Kong Ltd.	HK-Hong Kong	Tel: +852-2485-3131	Fax: +852-2485-3939	info.hk@argo-hytos.com
ARGO-HYTOS PVT. LTD.	IND-Coimbatore district 642 110	Tel: +91-4259-295-299	Fax: +91-98-651-02640	info.in@argo-hytos.com
ARGO-HYTOS srl	IT-41010 San Damaso, Modena	Tel: +39-059-468018	Fax: +39-059-469506	info.it@argo-hytos.com
ARGO-HYTOS B.V.	NL-3144 DE Maassluis	Tel: +31-10-59 26 149	Fax: +31-10-59 26 110	info.benelux@argo-hytos.com
ARGO-HYTOS Nordic AB	SE-21241 Malmö	Tel: +46-4018-7781	Fax: +46-4018-7740	info.se@argo-hytos.com
ARGO-HYTOS Inc.	USA-Bowling Green, Ohio 43402	Tel: +1-419-353-6070	Fax: +1-419-354-3496	info.us@argo-hytos.com