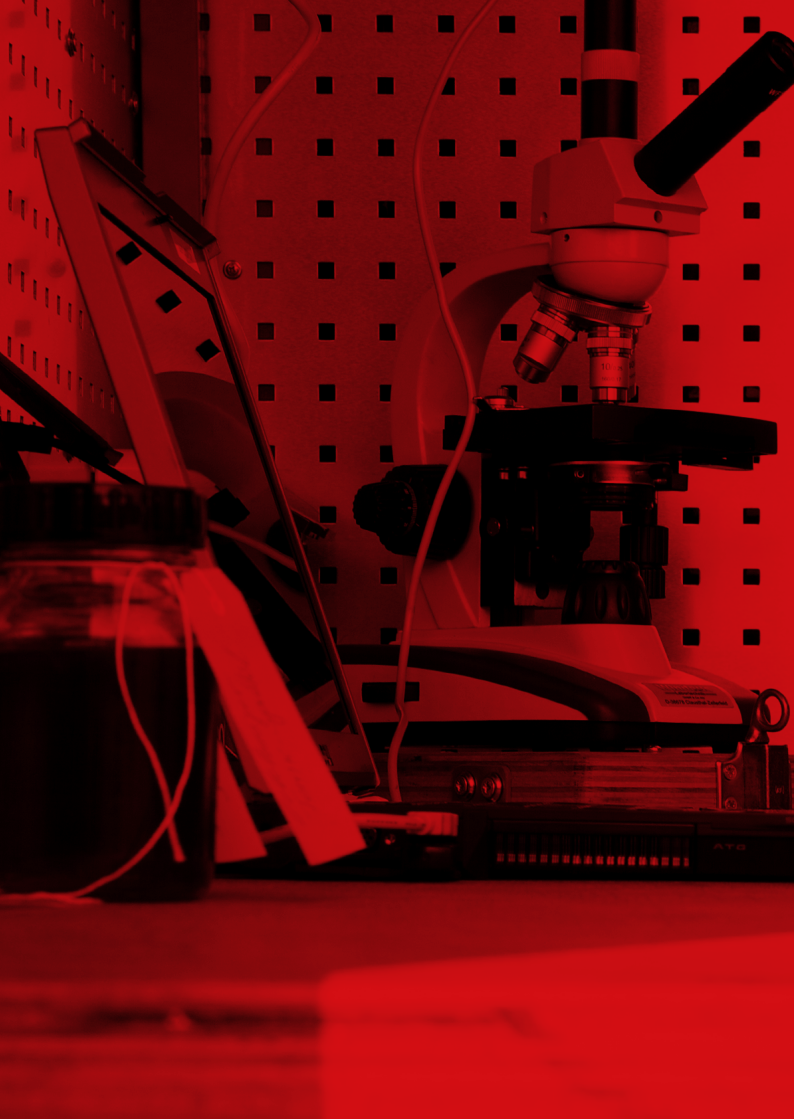




## Краткое руководство по сервису рабочих жидкостей

Своевременное выявление связанных с маслом проблем в оборудовании и их предотвращение путем проведения профилактических мероприятий



## Оглавление

<b>Гидравлическое масло, как причина выхода из строя оборудования</b> .....	<b>4</b>
Повреждения, вызванные загрязненным маслом .....	6
<b>Виды загрязнений</b> .....	<b>8</b>
Образование загрязнений .....	10
Загрязнение твердыми веществами .....	12
Загрязнение водой .....	16
Ухудшение качества в результате загрязнения воздухом .....	18
Ухудшение качества в результате температурных воздействий .....	20
Ухудшение качества в результате смешивания .....	22
Ухудшение качества в результате фрагментации .....	24
Свежее масло неудовлетворительного качества .....	26
<b>Решения от HANSA-FLEX</b> .....	<b>28</b>
<b>Требования к гидравлическим жидкостям</b> .....	<b>44</b>
Типы гидравлических масел .....	46
<b>Стандарты чистоты для гидравлических жидкостей</b> .....	<b>48</b>
Класс чистоты по ISO 4406:1999 .....	50
Целевые классы чистоты для гидравлических систем .....	54
<b>Вязкость</b> .....	<b>58</b>
Диаграмма вязкости и температуры .....	60



**«В более чем 80% случаев выхода из строя гидравлической системы основной причиной является загрязнение гидравлического масла».**

Источник: Lange, Klaus, Flüssiges Gold, Hüthig-Verlag Heidelberg 2001, стр. 63.

## **Гидравлическое масло – недооцениваемый конструктивный элемент**

Гидравлическая жидкость имеет гораздо большее значение, чем топливо. В качестве важнейшего составного конструктивного элемента она имеет решающее значение для планирования, эксплуатации и обслуживания гидравлических систем.

Для современных гидравлических систем характерны увеличенные сроки службы, более высокие показатели температуры и давления, уменьшенные зазоры и более компактная конструкция с баками меньшей ёмкости и увеличенной скоростью циркуляции. Поэтому в последние годы еще больше возросли требования, предъявляемые к качеству и чистоте используемых гидравлических масел.

При этом надо отметить, что в настоящее время более трех четвертей всех отказов в гидравлических системах происходят по причине загрязненного гидравлического масла.

Осознание важности рабочих жидкостей и их качественного выбора, ухода и контроля за их состоянием становится для пользователей и конструкторов стационарных и мобильных гидравлических систем важнейшей составляющей эффективной эксплуатации и сохранения систем и компонентов.

## **Признаки, указывающие на проблемы в оборудовании, обусловленные состоянием масла**

Загрязнение рабочих жидкостей может привести к серьезным повреждениям гидравлических систем. Своевременное выявление неполадок в ходе эксплуатации оборудования поможет сэкономить много времени и средств. Часто по состоянию самого оборудования можно заметить первые признаки, указывающие на загрязнение гидравлического масла.

### **Необходимо обратить внимание на следующие признаки:**

- нетипичные следы износа на уплотнениях и гидравлических шлангопроводах;
- износ металла;
- утечка в цилиндрах, бороздки, задиры;
- выход насоса из строя, снижение объемного расхода;
- падение давления в системе;
- высокий расход запасных частей;
- частая замена фильтров;
- изменения скорости вследствие наличия бороздок в затворе клапана;
- внутренние и внешние утечки в компонентах.

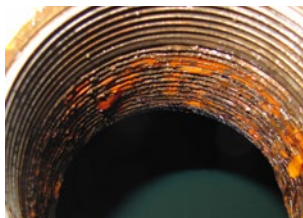
## Примеры повреждений компонентов, обусловленные состоянием масла



Повреждение аксиально-поршневого насоса вследствие наличия загрязнений в масле



Повреждение гидромотора вследствие наличия воздуха в системе



Коррозия на резьбовых штуцерах гидравлического бака вследствие высокой влажности



Загрязнение системного фильтра вследствие отслоений внутри шлангов



Осадок в баке, вызванный старением масла



Повреждение аксиально-поршневого насоса вследствие кавитации

## Вредные факторы воздействия на гидравлическое масло



### Твердые вещества

Загрязнение  
гидравлического масла  
твердыми частицами



### Воздух

Нерастворенный воздух в  
гидравлическом масле



### Смешивание

Смешивание различных  
гидравлических масел





## Вода



Загрязнение гидравлического  
масла водой

## Температура



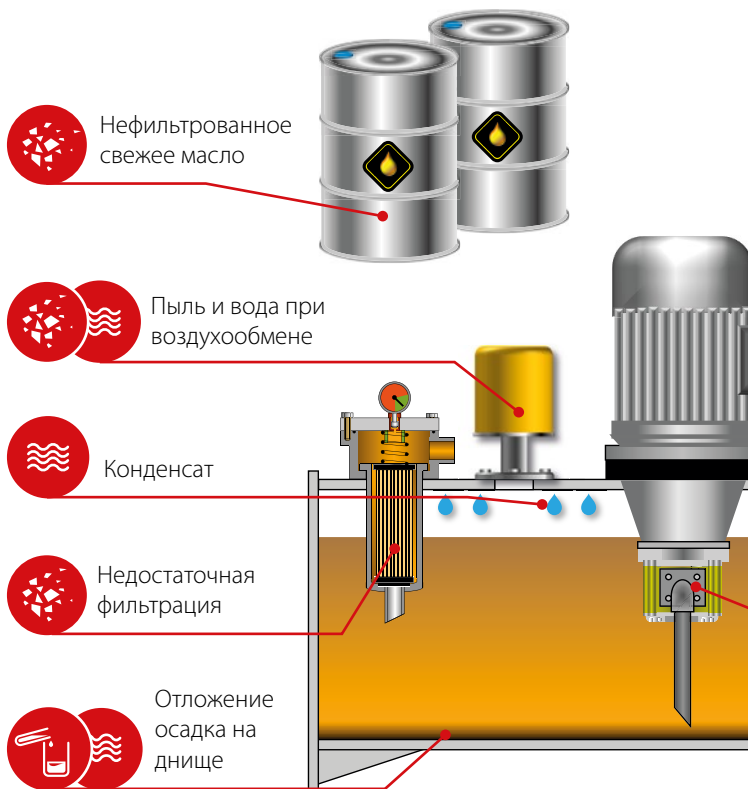
Слишком высокая рабочая  
температура и температура  
окружающей среды

## Фрагментация

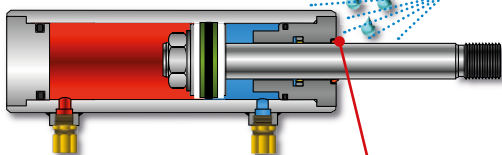


Чрезмерная нагрузка на гидравли-  
ческое масло вследствие высоко-  
го давления и температуры

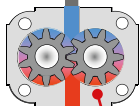
## Проникновение и возникновение жидких загрязняющих веществ в гидравлических системах



Ремонтные и  
монтажные работы



Попадание воды и грязи  
через неисправный  
грязесъёмник



Износ вследствие  
истирания



Износ насоса



Неисправный  
масляный радиатор





## Загрязнение твердыми веществами

Загрязнение гидравлического масла такими твердыми веществами, как частицы металла, уплотнений и пыли, является одной из наиболее частых причин неисправности.

### Внешние причины

- Заправка нефильтрованным свежим маслом (см. стр. 26);
- Неудовлетворительная конструкция системы вентиляции бака;
- Поврежденные грязесъемники и уплотнения гидравлических цилиндров и уплотнений поршневого штока;
- Попадание загрязнений в гидравлическую систему в процессе ремонтных и монтажных работ;
- Попадание загрязнений при замене гидравлических шлангопроводов, особенно при смене инструмента;



- Неправильное подключение установок с масляным фильтром тонкой очистки (возможность загрязнения по причине несоответствующего уплотнения промывочных штуцеров);
- Негерметичный масляный радиатор или некачественное уплотнение бака;
- Попадание внутрь загрязняющих веществ из окружающей среды.

### **Внутренние причины**

- Эрозионный износ управляющих кромок затвора клапана из-за наличия частиц загрязнений;
- Появление новых частиц из-за усталости поверхности вследствие высоких перепадов давления и напряжений;
- Коррозия вследствие попадания воды в масло;
- Кавитационный износ вследствие попадания воды или воздуха в масло.

### **Последствия**

- Увеличенный износ компонентов (клапаны, насосы, цилиндры, электродвигатели, уплотнения и гидравлические шлангопроводы);
- Заклинивание клапанов;
- Повышенный расход фильтрующих элементов;
- Засорение каналов в клапанах;
- Утечки в насосах, клапанах, двигателях, цилиндрах;
- Снижение КПД;

## Рекомендации

- Установить соответствующие системы фильтрации (напорные, сливные, всасывающие, неполнопоточные и вентиляционно-заливочные фильтры);
- Использовать высококачественные фильтрующие элементы;
- Проводить регулярное обслуживание;
- Промывать систему перед вводом в эксплуатацию;
- Заправлять систему только фильтрованным маслом;
- Выполнять регулярный контроль состояния масла с помощью анализа;
- Установить счетчик частиц.

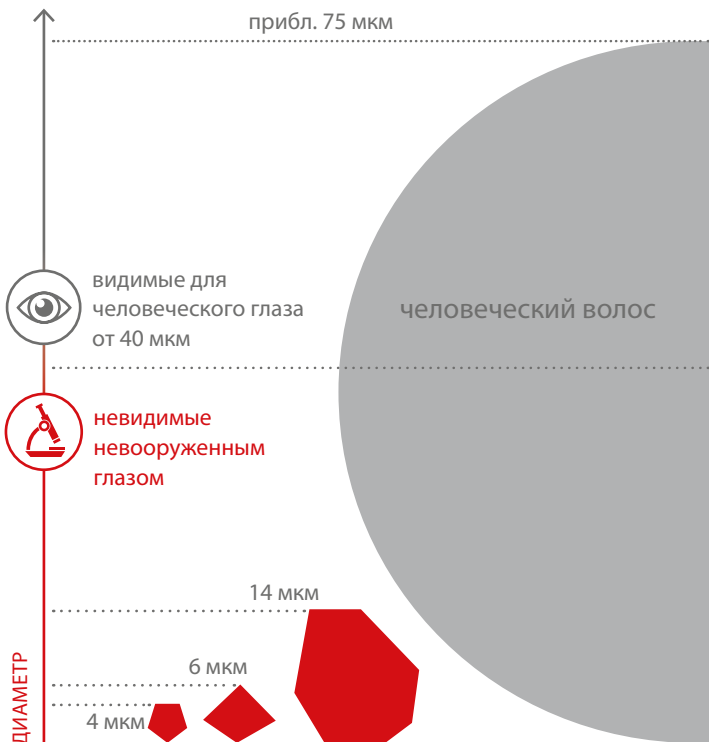
Единицей измерения размера твердых частиц является микрометр. Один микрометр (мкм) соответствует одной миллионной части метра. Человеческий глаз различает только частицы размером более 40 мкм.

По стандарту ISO 4406:1999 частицы с размерами

**$\geq 4 \text{ мкм} / \geq 6 \text{ мкм} / \geq 14 \text{ мкм}$**

обнаружить невооруженным глазом невозможно. Поэтому визуально чистое гидравлическое масло фактически может быть сильно загрязнено твердыми частицами.

## Мелкие частицы твердых веществ невозможно обнаружить невооруженным глазом





## Загрязнение водой

Загрязнение гидравлического масла водой из внешних источников или конденсатом приводит к коррозии и другим различным повреждениям.

### Причины

- Очистка оборудования паром;
- Образование конденсата при доступе свежего воздуха;
- Неисправный масляный радиатор (утечки в системе охлаждения);
- Попадание брызг;
- Загрязненное свежее масло;
- Нарушение герметичности уплотнителей.





## **Последствия**

- Возникновение коррозии;
- Кавитация;
- Окисление;
- Изменение вязкости;
- Образование осадка;
- Пенообразование;
- Снижение коэффициента деаэрации;
- Увеличенный износ компонентов (насосов, клапанов, цилиндров)
- Образование кислоты;
- Закупорка фильтров;
- Вздутие эластомеров и гидравлических шлангопроводов;
- Преждевременное старение масла;
- Снижение КПД;
- Увеличение коэффициента трения, сопровождаемое повышенным износом.

## **Рекомендации**

- Исключить попадание воды из внешних источников;
- Установить фильтр-поглотитель приточного воздуха;
- Использовать вакуумную дегидратационную установку;
- Выполнять регулярный контроль состояния масла с помощью анализаторов и датчиков.



## Воздух

Слишком большой процент нерастворенного воздуха в гидравлическом масле может привести к значительным повреждениям компонентов.

### Причины

- Недостаточный объем масла в баке;
- Негерметичный впускной трубопровод насоса;
- Негерметичный всасывающий фильтр;
- Недостаточный уровень откачки воздуха в процессе ввода в эксплуатацию;
- Неудовлетворительная откачка воздуха из цилиндров;
- Масляный бак недостаточной емкости;
- Недостаточная деаэрация масла;
- Ошибки при монтаже.

## **Последствия**

- Кавитация;
- Окисление;
- Дизельный эффект;
- Образование пены в масле;
- Повышенный износ компонентов насосов, цилиндров, двигателей и гидравлических шлангопроводов;
- Разрушение уплотнителей;
- Плохая управляемость и регулируемость оборудования;
- Снижение КПД;
- Преждевременное старение масла, снижение срока службы масла.

## **Рекомендации**

- Контролировать объем масла в баке;
- Технически правильно удалять воздух из системы при вводе в эксплуатацию и после ремонта, а также заранее заливать масло в компоненты;
- Правильно рассчитать объем бака и его форму;
- Контролировать коэффициент деаэрации масла;
- Использовать рекомендуемое высококачественное масло;
- Проводить регулярный контроль состояния масла с помощью анализа, чтобы отслеживать степень деаэрации масла.

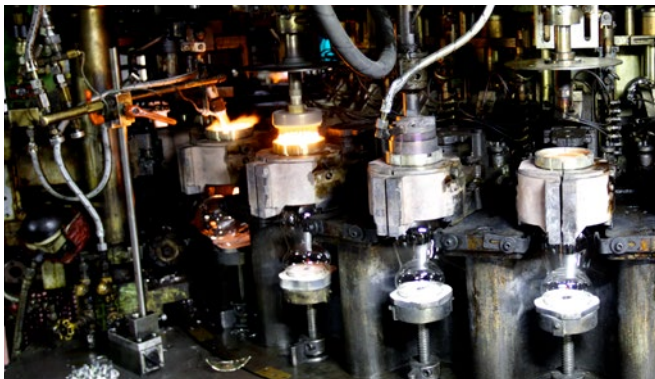


## Температура

Слишком высокая температура эксплуатации и окружающей среды снижает эффективность гидравлического масла.

### Причины

- Слишком высокая температура окружающей среды;
- Несоответствующие дросселирующие элементы;
- Слишком маленькие баки;
- Слишком большой объемный расход гидронасоса;
- Слишком узкое сечение гидравлических трубо- и шлангопроводов;
- Неправильная установка клапанов и насосов;
- Неисправный и засоренный масляный радиатор.



## **Последствия**

- Сокращение срока службы масла;
- Изменение свойств присадок;
- Образование кислоты в масле;
- Выход из строя эластомеров и гидравлических шлангопроводов;
- Образование осадка в результате изменений свойств присадок;
- Лакообразование;
- Изменение вязкости;
- Увеличение степени окисления масла;
- Повышенный износ компонентов.
- Снижение КПД;

## **Рекомендации**

- Контролировать объем масла в баке;
- Правильно рассчитать объем бака и его форму;
- Правильно рассчитать давление и объемный расход, при необходимости скорректировать значения;
- Использовать соответствующее высококачественное масло;
- Использовать масляный радиатор;
- Постоянно контролировать температурный режим;
- Выполнять регулярный контроль состояния масла с помощью анализаторов и датчиков.



## Смешивание

Смешивание различных гидравлических жидкостей часто приводит к серьезному ухудшению их физических свойств.

### Причины

Смешивание разных, не идентичных гидравлических жидкостей потребителем во время доливки масла, замены навесного оборудования или при переходе на другой тип масла. Под этим понимаются, в частности, такие смешивания как:

- Гидравлические масла различных классов (HLP/HLPD/HVLP);
- Цинксодержащие и безцинковые гидравлические масла;
- Гидравлические и моторные масла;
- Детергентные и недетергентные масла;
- Масла одного класса и производителя с различной вязкостью;
- Масла с возможностью биологического разложения (HEES/HEPG/HETG/HEPR) и минеральные масла.

## **Последствия**

- Разбухание эластомеров и гидравлических шлангопроводов;
- Недостаточная степень деаэрации масла;
- Изменение вязкости;
- Повышенная способность к пенообразованию;
- Засорение фильтров;
- Образование кислоты;
- Увеличение степени окисления масла;
- Снижение КПД;
- Образование шлама, агломерация, отложения загрязнений из-за реакции на присадки;
- Старение, уменьшение срока службы масла;
- Потеря всех гарантийных обязательств со стороны производителя оборудования.

## **Рекомендации**

- Смешивание масел следует избегать, так как нет никаких гарантий, что удастся обеспечить точное сочетание. Данная рекомендация однозначно относится и к гидравлическим жидкостям одного класса.
- Выполнять регулярный контроль состояния масла с помощью анализаторов и датчиков.



## Фрагментация

Чрезмерная нагрузка вследствие воздействия слишком высокого давления и температуры разрушает молекулярные связи гидравлического масла и ухудшает его текучесть.

### Причины

- Высокие показатели температуры масла;
- Высокое рабочее давление;
- Использование неоригинальных масел.

### Последствия

- Изменение свойств присадок;
- Изменение вязкости;
- Сокращение сроков службы масла;
- Повышенный износ компонентов;
- Снижение КПД.

### Рекомендации

- Использовать высококачественные, подходящие масла;
- Контролировать температуру и давление;
- Производить регулярный контроль состояния масла с помощью анализаторов и датчиков.





**HANSA-FLEX**

Adsorberfilter / Adsorber filter  
K-F0506032-FLA

OK 0% 25% 50% **CHANGE**

*Адсорбирующие фильтры HANSA-FLEX – один из многочисленных компонентов обеспечения качества Ваших систем контроля и очистки рабочих жидкостей.*

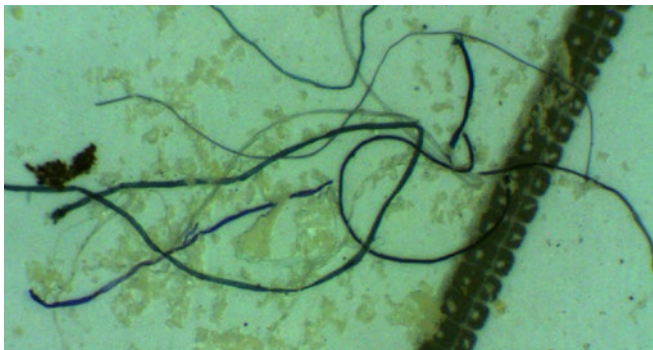


Страница  
43

## **Свежее масло следует всегда фильтровать**

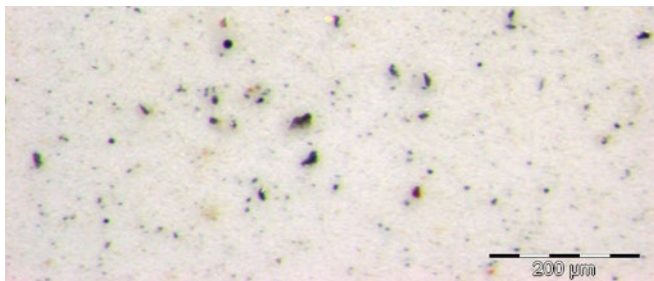
Понадеявшись на чистоту свежего масла, можно допустить существенную ошибку, потому что свежее масло не обязательно всегда является чистым. Оно очень часто поставляется с примесями, так как тонкая очистка в процессе производства и розлива не выполняется. Помимо этого, емкости не всегда очищаются должным образом, и в них могут содержаться отходы производственного процесса (от стальных емкостей) и (или) вода.

Очень часто твердые частицы попадают в емкости при заливке, переливке и транспортировке. Класс чистоты таких емкостей редко превышает минимальные требования стандарта ISO 21/19/16, что для современных гидравлических систем недостаточно.



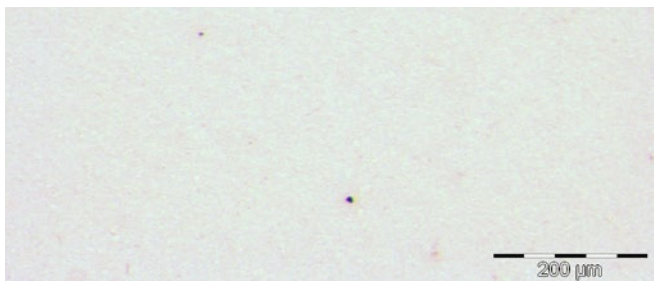
100-кратное увеличение образца свежего нефилтрованного масла HLP 46, поставляемого в канистрах

## Минимальное требование к свежему маслу DIN 51524



Классы чистоты 21/19/16 по ISO 4406:1999

## Рекомендованные классы чистоты для современных гидравлических установок



Классы чистоты 15/13/10 по ISO 4406:1999

*В любом случае свежее масло перед заливкой в оборудование необходимо предварительно отфильтровать.*




Страница  
42

**HANSA-FLEX**  
-Service

# Решения от HANSA-FLEX

Сервисная служба по рабочим жидкостям HANSA-FLEX предлагает широкий спектр интеллектуальных услуг и высококачественных компонентов для длительного обеспечения качества Ваших рабочих жидкостей.



Квалифицированный лабораторный анализ масла.....	30
Выявление дефектов и оптимизация работы оборудования.....	34
Аппаратура для очистки рабочих жидкостей HANSA-FLEX.....	36
Текущий контроль состояния с помощью КИПиА....	38
Мобильная сервисная служба.....	40
Предварительная очистка свежего масла.....	42
Элементы обеспечения качества для Вашей системы контроля и очистки рабочих жидкостей... ..	43

## **Квалифицированный лабораторный анализ масла**

В наше время квалифицированный анализ масла сервисной службы HANSA-FLEX способен передать всю важную информацию о состоянии гидравлического масла, аналогично общему анализу крови человека. Точно определяется наличие загрязнений, примесей и возраст масла.

Анализ проводится аккредитованной и сертифицированной независимой лабораторией. Специалисты сервисной службы HANSA-FLEX анализируют результаты и дают конкретные рекомендации по использованию.

Как правило, лабораторные отчеты с расшифровкой данных предоставляются клиенту в течение трех дней. Но при необходимости можно провести и экспресс-анализ. Все мероприятия в рамках системы контроля и очистки рабочих жидкостей базируются на результатах анализов. Для проведения анализов непосредственно на рабочей площадке на всей территории Германии действуют мобильные сервисные службы HANSA-FLEX.

### **Преимущества для пользователя**

- Достоверная информация о состоянии масла и оборудования;
- Немедленное выявление ошибок при смешивании масла и наличия загрязнений и (или) воды в масле;
- Информация об оптимальных интервалах замены масла;
- Контроль качества при переходе с одного типа масла на другой;
- Оформление гарантии и гарантийных обязательств.



# 10 золотых правил ухода за гидравлическим маслом

**1.**

Подберите высококачественное гидравлическое масло, наиболее подходящее для Ваших целей!

**2.**

Полностью промойте гидравлическую систему перед ее вводом в эксплуатацию!

**3.**

Всегда выполняйте предварительную фильтрацию свежего масла!

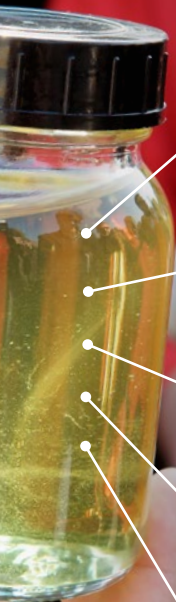
**4.**

Ни в коем случае не допускайте смешивания масел!

**5.**

Не допускайте попадания в масло воздуха, воды и твердых частиц!





Регулярно проводите анализ масла в лаборатории или на месте!

6.

Используйте высококачественные системы и элементы фильтрации!

7.

Не допускайте перегрева масла!

8.

Исключите вероятность загрязнения в процессе монтажных работ!

9.

Следите за текущим состоянием масла с помощью датчиков, установите программу контроля состояния масла в реальном времени!

10.

## **Выявление проблем и оптимизация систем в зависимости от применяемых жидкостей специалистами по обслуживанию гидравлических систем**

В случае возникновения неполадок для исследования причин на месте рекомендуется немедленно привлечь опытных специалистов сервисной службы HANSA-FLEX.

### **Подход к решению проблемы:**

На основе квалифицированного анализа масла проводится:

- Поиск неисправностей в гидравлической системе для обнаружения повреждений компонентов, например, повреждения насосов, гидравлики, двигателей, цилиндров, шлангопроводов, гидравлических фильтров;
- разработка и планирование предстоящих мероприятий совместно с клиентом – разовые действия для устранения ошибок или регулярно повторяющиеся операции в качестве профилактического ТО;
- постоянная оптимизация системы контроля и очистки рабочих жидкостей гидравлической системы для улучшения рабочих характеристик, предотвращения неисправностей и продления срока службы масла.

## 360° система контроля и очистки рабочих жидкостей



## Аппаратура для очистки рабочих жидкостей HANSA-FLEX

### Высокоэффективные установки для очистки жидкостей в мобильных и стационарных гидравлических системах – аренда, покупка и обслуживание

- Установки с фильтром производительностью от 2 до 150 л/мин;
- Установки с фильтром для огнестойких масел;
- Вакуумная дегидратационная установка производительностью 90 л/ч;
- Промывочный контейнер или высокопроизводительный агрегат для промывки производительностью от 50 до 1050 л/мин.

### Заказная конструкция и исполнение

для долговременной установки в гидравлических системах



Промывочный агрегат от HANSA-FLEX



Установка с фильтром тонкой очистки от HANSA-FLEX



**HANSA FLEX**  
HANSA FLEX is a registered trademark of Hansa-Flex AG.  
© 2014 Hansa-Flex AG  
HANSA FLEX AG  
D-42699 Solingen, Germany  
www.hansa-flex.com

HANSA-FLEX HD 210 EN 853-1  
130 BAR  
BAR

## Текущий мониторинг состояния

Датчики состояния масла предназначены для непрерывного контроля состояния гидравлических систем и трансмиссий.

С их помощью Вы можете:

- в процессе работы быстро выявить неполадки;
- повысить эксплуатационную надежность;
- спрогнозировать интервалы обслуживания в долгосрочной перспективе и в зависимости от потребностей;
- уменьшить риски отказа системы;
- своевременно собрать и зарегистрировать определенные данные, а также обеспечить их долгосрочное хранение.



Благодаря своевременному определению предельных значений обеспечивается экономия средств!

### Наши услуги:

- анализ текущего состояния и планирование по основным показателям;
- установка предельных значений в рамках требований к конфигурации;
- выбор и монтаж датчиков состояния масла;
- конфигурация и определение требуемых каналов передачи данных;
- оценка и интерпретация измеряемых показателей;
- изготовление и установка индивидуальных пультов управления, сигнальных устройств и т.д.

**Постоянный мониторинг  
состояния масла по датчикам**



**Непрерывное получение данных**

Информация о: вязкости, твердых частицах, уровне заполнения, относительной влажности, диэлектрической проницаемости, проводимости, температуре, давлении



**Локальный интерфейс**

Индикация измеряемых значений и оптическая или звуковая предупредительная сигнализация выхода за установленные пределы

**Глобальная  
передача данных**

Все данные доступны в любое время и в любом месте



## **Мобильная сервисная служба**

### **Выполнение сервисных работ по обслуживанию жидкостей на мобильных и промышленных гидравлических установках**

- Квалифицированный отбор проб масла для проведения анализа на месте или в лаборатории;
- Фильтрация масла в гидравлических системах и трансмиссиях;
- Монтаж и обслуживание установок с фильтровальным контуром;
- Расчет параметров и производство установок фильтрации;
- Дегидрация масел в гидравлических системах и в редукторах;
- Промывка трубопроводов и компонентов согласно ISO 4406:1999;
- Переход на другие виды масла;
- Оптимизация фильтровальных систем
- Контроль / оптимизация гидравлических систем;
- Ввод в эксплуатацию гидравлических систем;
- Подготовка протоколов измерений давления, скачков давления, объемного расхода, частоты вращения и температуры;
- Расчет параметров и монтаж датчиков состояния масла;
- Документирование всех измеренных значений и консультирование.



## Экспресс-выявление ошибок:

- При смешении разных сортов масел, загрязнении масла, наличии воды в масле;
- Обнаружение повреждений компонентов, например, повреждения насосов, гидравлики, двигателей, цилиндров, гидравлических шлангопроводов, гидравлических фильтров и т. д.

## Автомобили сервисной службы

- Автомобили с оборудованием для проведения быстрого анализа масла на месте;
- Оптический анализ твердых частиц для определения материалов с помощью микроскопа, мембраны и фотографирования частиц;
- Определение класса чистоты по ISO, SAE, NAS;
- Определение вязкости, температуры, относительной влажности;
- Определение содержания воды и окислений в гидравлическом масле с помощью водородного метода (герметик для определения содержания воды).



Мобильная автолаборатория для проведения быстрого анализа масла, обнаружения ошибок и обслуживания масла на месте

## **Предварительная очистка свежего масла – прямо на вашей рабочей площадке**

**Наш сервисная служба гарантирует операторам оборудования и продавцам смазочных материалов, что поставляемое свежее масло соответствует требуемому классу чистоты.**

- Мобильный анализ поставляемого свежего масла на месте;
- Немедленная фильтрация масла для достижения желаемого класса чистоты;
- Протоколирование и документирование класса чистоты непосредственно на месте;
- При необходимости согласование сроков и места поставки с поставщиками масла и операторами оборудования.



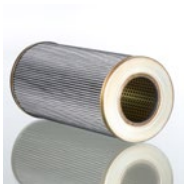
## Качественные компоненты для Вашей системы контроля и очистки рабочих жидкостей

Постоянно доступный ассортимент продукции в нашем интернет-магазине [shop.hansa-flex.com](http://shop.hansa-flex.com) и в наших представительствах:



### Оборудование для анализа

- Наборы для отбора проб жидкостей: мобильные, стационарные;
- Анализ масла: приборы для подсчета твердых частиц, встраиваемые датчики частиц;
- Наборы для анализа минеральных, био-, трансмиссионных, моторных, невоспламеняемых, турбинных, компрессорных масел, консистентных смазок и дизельного топлива.



### Фильтры и принадлежности

- Фильтрующие элементы для установок с фильтровальным контуром;
- Маслофильтрационные агрегаты;
- Обширная номенклатура фильтров: приемные, обратного потока, корпусные Spin-On, нагнетательные, вентиляционно-заливочные, адсорбирующие фильтры.



### Датчики

- Индикаторы частиц;
- Датчики воды, вязкости, состояния масла, уровня заполнения;
- Подкачивающий насос для установки в бак.

## Назначение масла

Гидравлическое масло представляет собой весьма сложный конструктивный элемент, который при длительной эксплуатации противостоит различным высоким нагрузкам. Стандартом DIN 51524 определяются только минимальные требования к основным свойствам гидравлических жидкостей.

Кроме этого, для конкретных областей применения устанавливаются отдельные дополнительные требования к используемым гидравлическим жидкостям.

### Устойчивость к фрагментации

### Фильтруемость

### Низкая гигроскопичность

### Устойчивость к тепловым нагрузкам

### Устойчивость к окислению

### Совместимость с материалами



**Смазочные и износостойкие свойства**

**Стабильность вязкости**

**Низкое температурное расширение**

**Антикоррозионные свойства**

**Теплопроводность**

**Низкое пенообразование**

**Высокая антивспенивающая способность (LVA) и низкая газонасыщаемость**



## Гидравлические масла, предлагаемые на рынке

Качество и чистота используемых гидравлических масел является основным параметром эксплуатационной надежности, срока службы и экономной эксплуатации гидравлических систем. В следующей таблице дается краткий обзор общераспространенных типов масел, их свойств и областей

Обзор гидравлических масел на минеральной основе		
Тип масла	Краткое описание	Применение
<b>H</b>	нелегированное (без присадок)	Практически нигде
<b>HL</b> по DIN 51524-1	Присадки для защиты от старения и коррозии	Теперь очень редко
<b>HLP</b> по DIN 51524-2	Как HL, доп. присадки для повышения степени износостойкости и высокого давления	Удовлетворяет минимальным текущим требованиям
<b>HLPD</b> согласно DIN 51524-2	Как HLP, доп. детергентное + дисперсионное	Влажные условия, прерывистый режим работы
<b>HVLP</b> по DIN 51524-3	Как HLP, доп. присадки для повышения индекса вязкости	Если требуется более широкий диапазон рабочих температур
<b>HVLPD</b> согласно DIN 51524-3	Как HVLP, доп. детергентное + дисперсионное	Более широкий темп. диапазон, высокая влажность, прер. режим работы

применения. При выборе масла необходимо руководствоваться инструкциями производителя оборудования. По вопросам выбора и ухода настоятельно рекомендуется проконсультироваться со специалистами, производителем смазочного материала или дилером.

Типы гидравлических масел для узких областей применения		
Область применения	Особые требования	Тип масла
<b>Цех литья металла под высоким давлением</b>	Огнестойкость	HFC 46 HFD 46
<b>Гидравлические механизмы в природоохран-ных зонах</b>	Быстрое биологическое разложение	HEES 46
<b>Гидравлические системы подвесных канатных дорог</b>	Очень хорошее отношение V-T, очень хорошая защита от коррозии	HVLP 46 HVLPD 46
<b>Стационарные гидравлические системы</b>	Улучшенная совместимость со смазывающе-охлаждающими жидкостями (СОЖ)	HLPD 46
<b>Гидравлические системы пищевой промышленности</b>	Физиологическая безвредность	Гидравлическое масло по NSF H1 или H2

## **Классы чистоты гидравлических жидкостей**

Постоянно растущие требования к надежности, доступности и рентабельности гидравлических систем подразумевают не только обеспечение чистоты гидравлических жидкостей, но и постоянный контроль за этим параметром. Градация классов чистоты гидравлических жидкостей производится путем подсчета содержащихся в них твердых частиц.

Кроме размеров для износа системы решающее значение имеет и количество частиц. Не каждая частица может наносить вред системе, чем меньше количество критических частиц, тем меньше вероятность повреждения компонентов.

Для классификации степени чистоты применяются стандарты **ISO 4406:1999** и **SAE AS 4059**. Стандарт **NAS 1638** в настоящее время больше не актуален, а потому был заменен на **SAE AS 4059**.



При использовании стандарта **ISO 4406:1999** расчет количества частиц выполняется обобщенно и связывается с различными числовыми характеристиками классов. Числовые характеристики классов определяют количество частиц по размеру, причем каждый размерный класс связан с определенным диапазоном возможного количества частиц.

Представление классов чистоты по стандарту ISO 4406:1999 выполняется на основе ряда порядковых чисел, состоящего из трех частей, которые представляют определенные количественные диапазоны частиц для каждого **размерного класса  $\geq 4$  мкм /  $\geq 6$  мкм /  $\geq 14$  мкм.**



**ISO 4406:1999**

<b>ISO 4406:1999 / Таблица загрязнения твердыми частицами гидр. масел</b>		
Частиц на 100 мл		Порядковый номер ISO
более	менее	
130 000 000	250 000 000	<b>28</b>
64 000 000	130 000 000	<b>27</b>
32 000 000	64 000 000	<b>26</b>
16 000 000	32 000 000	<b>25</b>
8 000 000	16 000 000	<b>24</b>
4 000 000	8 000 000	<b>23</b>
2 000 000	4 000 000	<b>22</b>
1 000 000	2 000 000	<b>21</b>
500 000	1 000 000	<b>20</b>
250 000	500 000	<b>19</b>
130 000	250 000	<b>18</b>
64 000	130 000	<b>17</b>
32 000	64 000	<b>16</b>
16 000	32 000	<b>15</b>
8 000	16 000	<b>14</b>
4 000	8 000	<b>13</b>
2 000	4 000	<b>12</b>
1 000	2 000	<b>11</b>
500	1 000	<b>10</b>
250	500	<b>9</b>
130	250	<b>8</b>
64	130	<b>7</b>
32	64	<b>6</b>
16	32	<b>5</b>

Класс чистоты по ISO 16/14/11 отражает минимальные требования для современных пропорциональных гидравлических систем.

Класс чистоты **ISO 16/14/11** обозначает, что в 100 мл образца находятся

- от 32 000 до 64 000 частиц размером  $\geq 4$  мкм
- от 8 000 до 16 000 частиц размером  $\geq 6$  мкм
- от 1 000 до 2 000 частиц размером  $\geq 14$  мкм



**SAE AS 4059F**

Класс чистоты по SAE AS 4059F							
Максимально допустимое количество частиц для класса чистоты на 100 мл							
Класс чистоты	(1)	>1 мкм	>5 мкм	>15 мкм	>25 мкм	>50 мкм	>100 мкм
	(2)	> 4 мкм(с)	> 6 мкм(с)	> 14 мкм(с)	> 21 мкм(с)	> 38 мкм(с)	> 70 мкм(с)
000		195	76	14	3	1	0
00		390	152	27	5	1	0
0		780	304	54	10	2	0
1		1 560	609	109	20	4	1
2		3 120	1 217	217	39	7	1
3		6 250	2 432	432	76	13	2
4		12 500	4 864	864	152	26	4
5		25 000	9 731	1 731	306	53	8
6		50 000	19 462	3 462	612	106	16
7		100 000	38 924	6 924	1 224	212	32
8		200 000	77 849	13 849	2 449	424	64
9		400 000	155 698	27 698	4 898	848	128
10		800 000	311 396	55 396	9 796	1 696	256
11		1 600 000	622 792	110 792	19 592	3 392	512
12		3 200 000	1 245 584	221 584	39 184	6 784	1 024

(1) диапазон размеров, оптический микроскоп, базирующийся на самом большом измеренном согласно AS598 или ISO 4407 значении длины.

(2) диапазон размеров, автоматический счетчик частиц откалиброван согласно ISO 11171, или оптический (электронный) микроскоп с ПО для обработки изображений, базирующийся на эквивалентном площади проекции диаметре.

**NAS 1638**

Классы чистоты по NAS 1638					
Класс чистоты	Количество частиц на 100 мл				
	5 - 15 мкм	15 - 25 мкм	25 - 50 мкм	50 - 100 мкм	> 100 мкм
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

## Рекомендованные классы чистоты и степени тонкости очистки для выбранных гидравлических систем

Чем сложнее и филиграннее гидравлическая система, тем выше предъявляются требования к чистоте гидравлических жидкостей и к применяемым фильтрам. В следующей таблице дается обзор ориентировочных значений, которые при этом ни в коем случае не могут заменить собой конкретные расчеты для определенной системы.



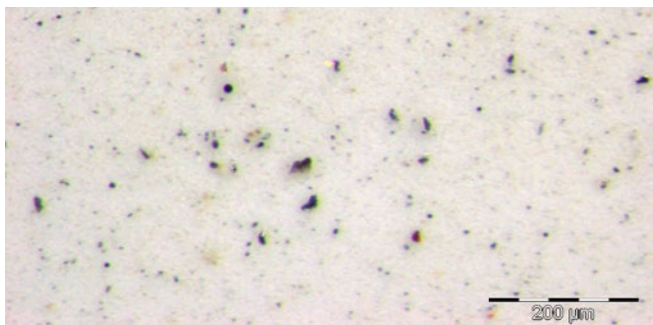
Рекомендованные классы чистоты относятся к рабочему давлению 160 бар. При более высоких показателях рабочего давления необходимо выбирать более высокие классы чистоты.

Класс чистоты ISO 21/19/16 является минимальным для свежего масла по стандарту DIN 51524. Для большинства современных гидравлических систем он уже не подходит.

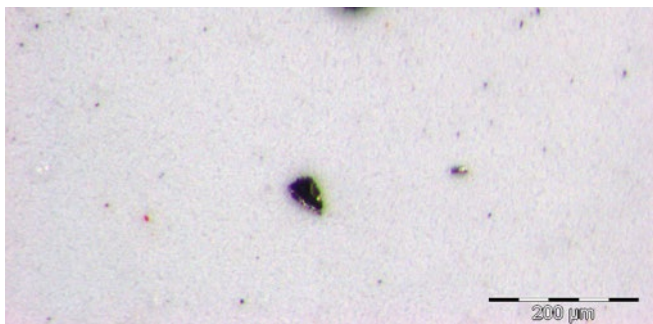
## Целевые классы чистоты для гидравлических систем

Гидравлическая система и область применения	Допустимые классы чистоты			Рекомендованная тонкость фильтрации (абсолютная) (x) мкм = > βx >100
	ISO 4406:1999 >160 бар  Код ISO ≥4 мкм/ ≥6 мкм/ ≥14 мкм	SAE AS 4059  Код ISO >4 мкм/>6 мкм/ >14 мкм/21 мкм/ >38 мкм/70 мкм	NAS 1638  Код NAS 5 – 15 мкм	
Лабораторные и авиационные системы с сервогидравликой, испытательная гидравлическая техника • Сервоклапаны	≤ 15 / 13 / 10	≤ 5	≤ 4	2 – 3 мкм
Промышленная, пропорциональная гидравлика, высоконапорные и смазочные системы • Современная строительная, лесозаготовительная техника • Оборудования для литья пластмасс • Клапаны пропорционального регулирования	≤ 16 / 14 / 11	≤ 6	≤ 5	3 – 5 мкм
Промышленная гидравлика, электромагнитные распределительные клапаны, системы среднего и низкого давления • Устаревшая строительная, лесозаготовительная техника • Коммунальные, сельскохозяйственные машины • Оборудование вторичной переработки сырья • Электромагнитные клапаны	≤ 19 / 17 / 14	≤ 9	≤ 8	5 – 10 мкм
Гидравлическая техника среднего давления общего назначения средних размеров, низконапорные системы с большим свободным ходом и низкими требованиями к износостойкости, а также системы гидропривода, работающие при высоком давлении с высокой грязевой (крупнозернистой) нагрузкой	≤ 21 / 19 / 16	≤ 11	≤ 10	10 – 20 мкм

## Примеры классов чистоты по ISO 4406:1999

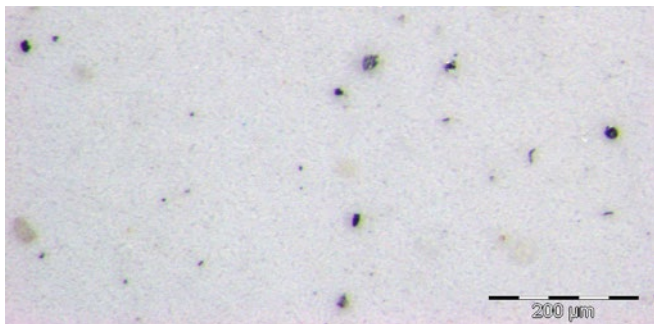


Класс ISO 21/19/16 – минимальное требование при поставке свежего масла по DIN 51524



Класс ISO 16/14/11 – требование к маслу для клапанов пропорционального регулирования





Класс ISO 19/17/14 – требование к маслу для электромагнитных клапанов управления



Класс ISO 15/13/10 – требование к маслу для сервоклапанов

## Вязкость гидравлических масел

Вязкость является одним из важнейших физических свойств гидравлических жидкостей. Она представляет собой меру внутреннего трения масла в процессе течения. Холодное масло обладает высоким внутренним трением (высокой вязкостью). Чем масло теплее, тем ниже внутреннее трение (низкая вязкость). Допустимый диапазон вязкости должен определяться с учетом всех установленных компонентов гидравлической системы. Он должен соблюдаться для каждого отдельного компонента.

Кинематическая вязкость выражается в  $\text{мм}^2/\text{с}$ . Смазочные масла, которые не относятся ни к моторным, ни к трансмиссионным маслам, описываются по стандартам ISO-VG (Международная организация стандартизации). Существует 18 классов вязкости, охватывающих диапазон значений от 2  $\text{мм}^2/\text{с}$  до 1500  $\text{мм}^2/\text{с}$ . Обязательным показателем здесь является только так называемая средняя вязкость.

Рекомендуемые диапазоны вязкости по классам вязкости ISO по стандарту DIN ISO 3448 (2010), эталонная температура 40 °C

Класс вязкости (ISO)	Диапазон вязкости $\text{мм}^2/\text{с}$ (сСт) при 40 °C
ISO VG 22	19,8 – <b>22</b> – 24,2
ISO VG 32	28,8 – <b>32</b> – 35,2
ISO VG 46	41,4 – <b>46</b> – 50,6
ISO VG 68	61,2 – <b>68</b> – 74,8
ISO VG 100	90 – <b>100</b> – 110

Если слишком сильно повысить рабочую вязкость, это может привести к гидромеханическому износу. Следствием выхода за определенные пределы всасывающего давления может стать кавитационное повреждение насоса.

Если вязкость находится ниже допустимого показателя рабочей вязкости, повышается утечка и увеличивается износ компонентов. Как следствие возможно сокращение срока службы компонентов.

Верхний предел вязкости при холодном пуске машины, как правило, находится в диапазоне 500-1 000 мм<sup>2</sup>/с. Нижний предел вязкости пролегает где-то рядом со значением 10 мм<sup>2</sup>/с. Этот показатель отмечает конец смазывающей способности вследствие высокой текучести жидкости.

В зависимости от гидравлической системы, применения и типа масла предельные значения измеренной вязкости могут колебаться на 5-15% от рекомендованных значений.

Если вязкость изменяется слишком сильно, необходимо выполнить замену масла.

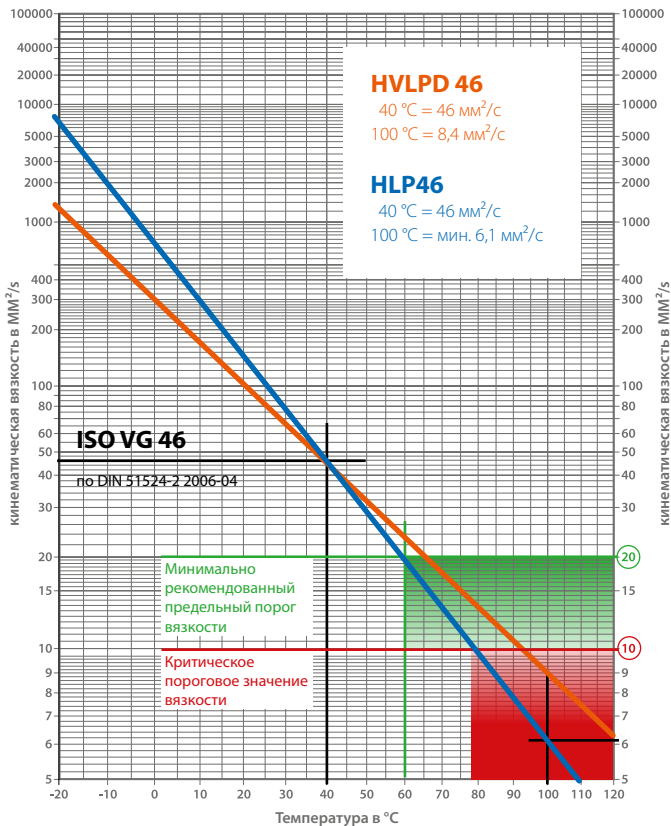
## Диаграмма вязкости и температуры

Диаграмма «Вязкость-температура» (диаграмма ВТ) предназначена для иллюстрации отношения вязкости к температуре гидравлического масла. С помощью прямой, проходящей через две точки (обычно 40 °С и 100 °С), можно узнать вязкость для всех прочих температурных значений на диаграмме. Таким образом, можно показать различные области применения для разных типов масла.

На иллюстрации (стр. 61) показано соотношение вязкости к температуре двух гидравлических масел. Отмеченная **зеленым цветом** область показывает рекомендованный большинством производителей оборудования диапазон минимальной вязкости от 10 до 20 мм<sup>2</sup>/с.

Пример интерпретации: Масло **HVLPD 46** (отмечено оранжевым цветом) достигает критического порога при температуре около 90 °С, в то время как отмеченное синим цветом масло **HLP 46** достигает критической точки уже около 80 °С.

Если гидравлическое масло работает в критической области, то его смазывающая способность снижается, и это может привести к повреждению оборудования. Как правило, производитель отказывается от любых гарантий, если будет доказан факт эксплуатации оборудования ниже минимально указанного предела вязкости.



## Авторство изображений

Страницы 1, 2, 4, 7, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 26, 28, 32, 36,  
37, 39, 41, 42, 43, 45, 47, 49, 51, 63, 64 HANSA-FLEX  
AG

Страницы 8, 16  
iStockphoto.com

Страницы 27, 56, 57  
MAHLE Industriefiltration GmbH

## Указатель письменных источников

Страница 50: Hydraulic fluid power – Fluids – Method  
for coding the level of contamination by solid particles,  
Reference number ISO 4406:1999(E)  
© ISO 1999

Страница 52: Aerospace Fluid Power - Contamination  
Classification for Hydraulic Fluids / REV.F Copyright ©  
2013 SAE International

Страница 53: Aerospace Fluid Power - Contamination  
Classification for Hydraulic Fluids / REV.F Copyright ©  
2013 SAE International





Краткое руководство по сервису рабочих жидкостей  
HANSA-FLEX • 5.000 • 02-2017

HANSA-FLEX AG  
[info@hansa-flex.com](mailto:info@hansa-flex.com)  
[www.hansa-flex.com](http://www.hansa-flex.com)