



**ВЫ НЕ ПРОСТО
ПОКУПАЕТЕ
СМАЗОЧНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ**

**Вы покупаете
НАДЕЖНОСТЬ!**

Фамилия:

Должность:

Дата:

- **Оптимальные
Межсервисные
Интервалы**
- **Управление
Эксплуатационными
Расходами**
- **Исключительная
Производительность**
- **Минимальные
Простои**
- **Максимальная
Выгода**

Часть 2: Передовой Опыт Стандартов Чистоты ISO

Мониторинг Продуктов по Программе ISOCLEAN®

Необходимо правильно применять продукт в соответствии с приемлемыми стандартами его Работоспособности :

- **Наливные Цистерны или Кубы**
- **Хранение Фасованных Смазочных Материалов**
- **Практика Налива/Перемещения**
- **Правильно Установлены Планируемые Стандарты Чистоты по ISO для Оборудования**





Установление и Поддержание Надлежащих Стандартов Чистоты ISO

Передовой опыт может способствовать снижению затрат путем:

- Увеличения срока службы основного оборудования
- Сокращения времени простоев
- Сокращения эксплуатационных расходов
- Сокращения потребления смазочных материалов и снижения затрат на закупку масел
- Сохранения окружающей среды

Контроль Загрязнения Частицами и Влагой



Каждый смазываемый компонент подвержен воздействию воды и загрязнений

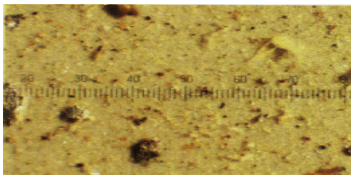
- Подшипники, как скольжения, так и качения
- Редукторы, мосты, дифференциалы
- Двигатели
- Трансмиссии
- Гидравлические системы особенно чувствительны к загрязнению

После выполнения соответствующей Программы Хранения и Обращения с Продуктами необходимо установить Стандарты Чистоты ISO. Далее необходимо проводить мониторинг данных, а также проводить внеплановое сервисное обслуживание исходя из результатов анализа проб масла.

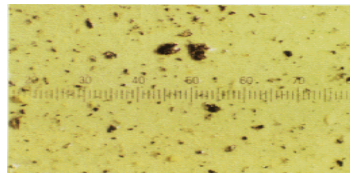
Источники загрязнения масел



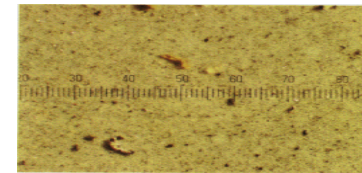
- Загрязнения в деталях системы.
- Загрязнения, образующиеся в результате работы гидросистем.
- Внешние загрязнения из-за неправильного хранения продуктов.
- Попадание загрязнений при взятии проб масла.
- Неправильные крышки резервуаров.
- Загрязнения при плановом сервисном обслуживании, включая долив новых смазочных материалов.



Новая Система с
Имеющимися
Загрязнениями



Новое Масло из
Бочки



Система с типичной
Гидравлической
Фильтрацией

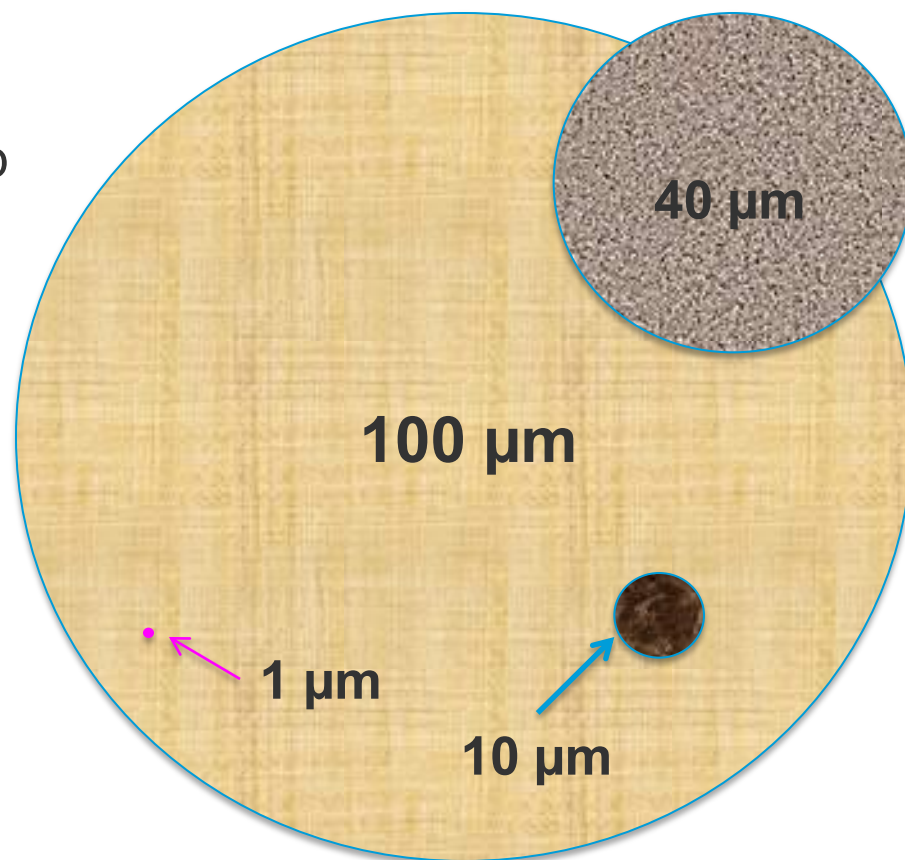
Понимание Классификации Размера Частиц



- Микрон – единица измерения равная одной миллионной метра. Микрон – это микрометр или 0.000039 дюймов
- μm = Символ Микрона

Относительный Размер Частицы

- $100\mu\text{m}$ = Кристалл Поваренной Соли
- $40\mu\text{m}$ = Нижний Предел Видимости
- $10\mu\text{m}$ = Тальковая Пудра
- $2-3\mu\text{m}$ = Бактерия



Ссылка
Дональдсон

Коды Чистоты ISO



- Удобный формат для отчета данных подсчета частиц
 - График размера частиц по сравнению с концентрацией частиц
- Упрощенное кодирование с использованием трехзначной системы (XX / YY / ZZ)
- Описание трех диапазонов размера частиц
 - XX = Общее Число Частиц > размера 4 μm
 - YY = Общее Число Частиц > размера 6 μm
 - ZZ = Общее Число Частиц > размера 14 μm
- Некоторые программы или руководства по оборудованию могут до сих пор указывать данные в старой двухзначной системе, например 16/13 вместо 18/16/13
 - В этом случае просто «опустите» первое число (4 μm)
 - Например, Caterpillar рекомендует код Чистоты ISO16/13 для доливки свежего масла в систему (Ссылка на CAT SEBU 6250 – Инженерный Бюллетень компании Caterpillar)



Что Означают Числа Кодов Чистоты ISO

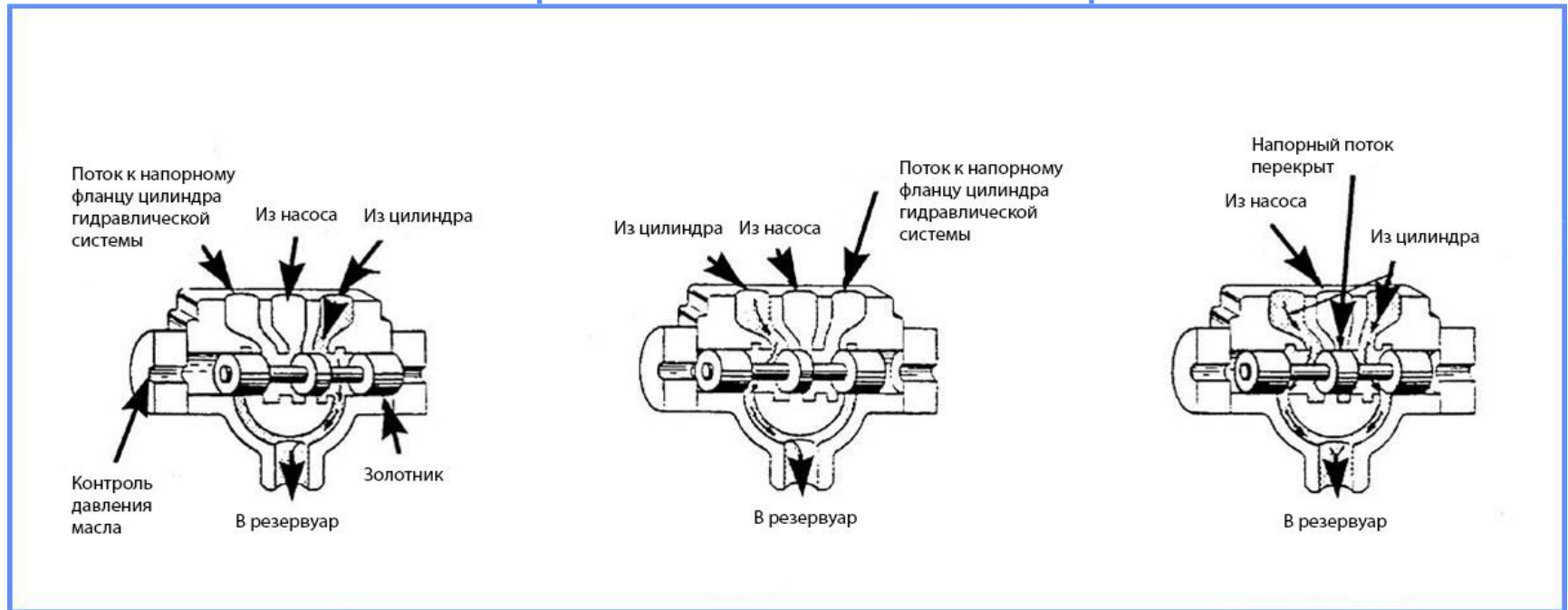
Частицы/мл(макс)	Номер ISO
10 000 000	30
5 000 000	29
2 500 000	28
1 300 000	27
640 000	26
320 000	25
160 000	24
80 000	23
40 000	22
20 000	21
10 000	20
5 000	19
2 500	18
1 300	17
640	16
320	15
160	14
80	13
40	12
20	11
10	10
5	9
3	8
1	7

Код Чистоты ISO:
XX / YY / ZZ

Сводка Подсчета Частиц		
Размер Частиц	Частицы на мл. > Размера Частиц	Код Диапазона
4 μm	85	14
6 μm	41	13
14 μm	12	11

Важные Детали

Гидравлические распределительные клапаны – Поршневой золотник или Сервоклапан



Чрезмерное загрязнение – частицами или водой – может привести к снижению эксплуатационных свойств и эффективности эксплуатации, сокращению срока службы деталей, увеличению эксплуатационных расходов, а также снижению производительности оборудования.

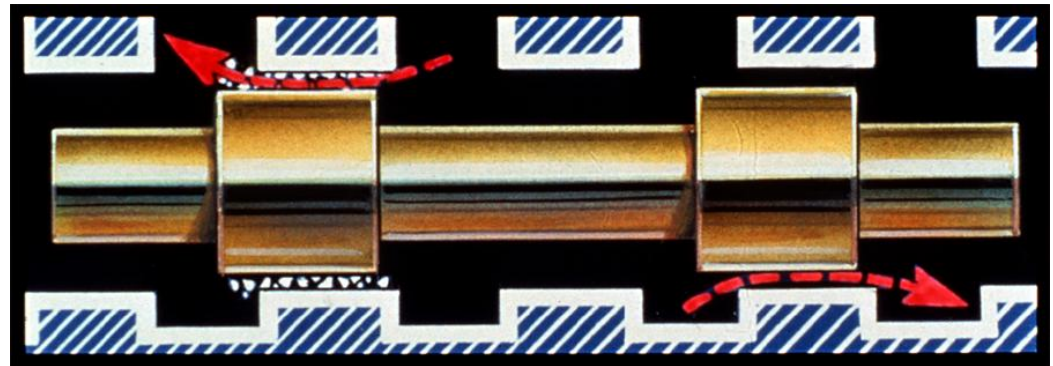
Износ гидравлического распределительного клапана

Типичные Динамические Зазоры Клапана

- Сервоклапан 1-4 мм
- Пропорциональный Клапан 1-6 мм
- Направленный/регулирующий клапан 2-8 мм

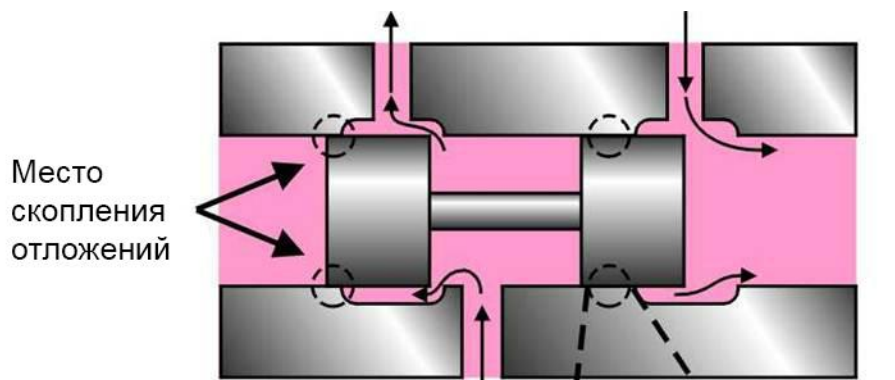
Последствия Загрязнения

- Слабый отклик, нестабильность
- Защемление золотника/заедание
- Поверхностная эрозия
- Выгорание соленоида
- Неисправности систем безопасности

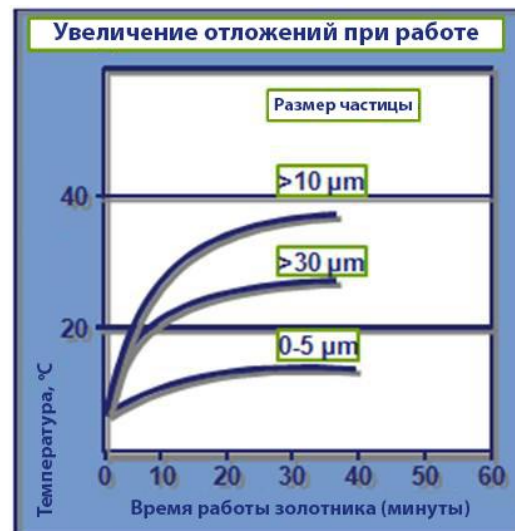
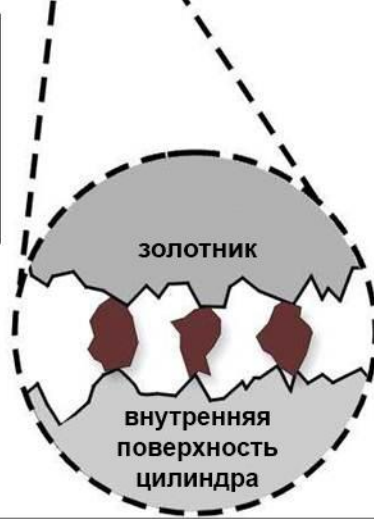


Частица в пределах размера динамического зазора должна свободно проходить через деталь. Чрезмерное загрязнение частицами может препятствовать или мешать потоку.

Шлам Нарушает Эксплуатационные Характеристики Гидравлического Клапана



Частицы шлама попадают в зазоры между золотником и внутренней поверхностью цилиндра, повышая трение при работе клапана



Как наличие Шлама отражается на расходах:

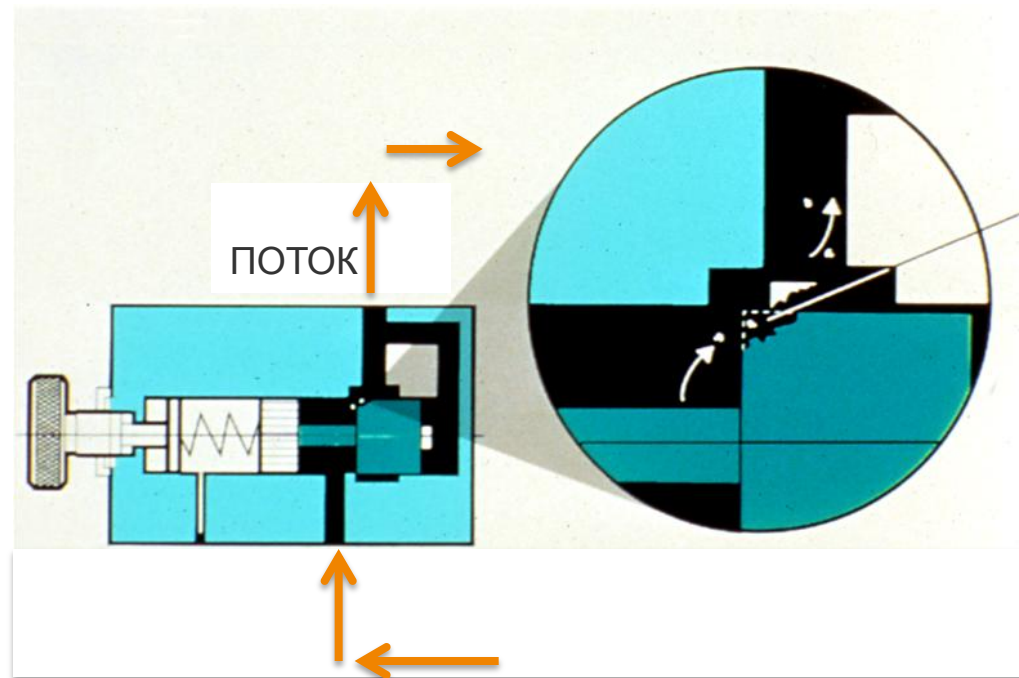
- 1) Сокращение производительности из-за внеплановых простоев
- 2) Преждевременный износ клапана, увеличение эксплуатационных расходов и расходов на запасные детали
- 3) Низкая производительность из-за медленного срабатывания
- 4) Ухудшение прецизионного управления – влияние на качество готового продукта и вопросы безопасности
- 5) Сокращение срока службы жидкости

Эрозионный износ



Эрозионный износ вызывается частицами, которые попадают на поверхность или на кромку детали и разрушают ее поверхность за счет энергии движения. Эрозионный износ может приводить к:

- Изменению размеров детали
- Протеканию в местах уплотнений и соединений
- Снижению эффективности системы
- Условиям абразивного износа, которые создают больше частиц загрязнения и способствуют большему износу

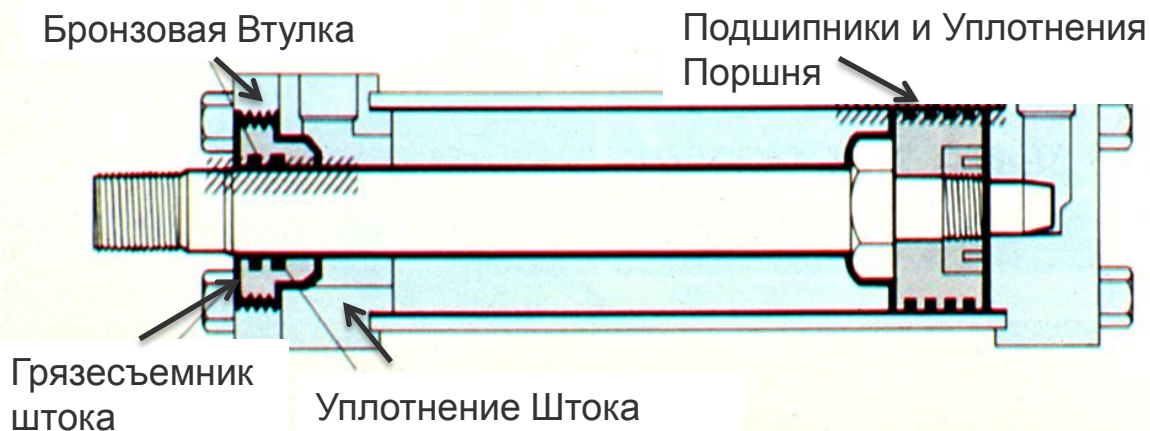


Дозирующая кромка источилась за счет загрязнения в сочетании с высокой скоростью потока жидкости

Последствия загрязнения жидкости

- Износ Уплотнения Штока: Потери жидкости из-за протекания
Попадание Загрязнений в Жидкость
- Износ Бронзовых Втулок: Потеря Синхронности Штока
- Износ Уплотнения Поршня: Потеря Скорости Цилиндра
Снижение нагрузочных Характеристик
- Износ Поршневого Подшипника: Несоблюдение Синхронности

Цилиндровые штоки и системы уплотнений больше всего являются источником попадания загрязнений в систему.



Загрязнение твердыми Частицами



- Главная причина неисправностей оборудования, связанных со смазочными материалами
- Вызывает большинство самых серьезных повреждений деталей системы

Стоимость извлечения грамма грязи – около 10% от того, сколько придется затратить при попадании ее в жидкость.



Резервуар гидравлической системы перед процедурой очистки

Потенциальные Результаты Правильной Фильтрации и Практики Обслуживания Жидкости Защита с помощью Фильтрационной Очистки



Детали

Улучшение

Насос/Мотор	До 4-10 раз увеличение срока службы насоса и мотора
Гидростатическая Трансмиссия	До 4-10 раз увеличение срока службы Гидростатической Трансмиссии
Клапаны	В 5-300 раз увеличение срока службы клапанов
Роликовый подшипник	В 50 раз дольше ресурс работы роликовых подшипников
Подшипник Скольжения	В 10 раз дольше срок службы подшипников скольжения
Жидкость	Увеличение срока службы жидкости и снижение расходов на утилизацию за счет предотвращения окисления, связанного с загрязнением



Гидравлические системы

Текущий класс чистоты ISO оборудования ось "Y"

Новый уровень чистоты (ISO 4406)

	22/20/17	21/19/16	20/18/15	19/17/14	18/16/13	17/15/12	16/14/11	15/13/10	14/12/9	13/11/8	12/10/7
28/26/23	5	7	9	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
27/25/22	4	5	7	9	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
26/24/21	3	4	6	7	9	>10	>10	>10	>10	>10	>10
25/23/20	2	3	4	5	7	9	>10	>10	>10	>10	>10
24/22/19	1.6	2	3	4	5	7	8	>10	>10	>10	>10
23/21/18	1.3	1.5	2	3	4	5	7	9	>10	>10	>10
22/20/17		1.3	1.6	2	3	4	5	7	9	>10	>10
21/19/16			1.3	1.6	2	3	4	5	7	9	>10
20/18/15*				1.3	1.6	2	3	4	5	7	>10
19/17/14					1.3	1.6	2	3	4	6	8
18/16/13						1.3	1.6	2	3	4	6
17/15/12							1.3	1.6	2	3	4
16/14/11								1.3	1.6	2	3
15/13/10									1.4	1.8	2.5

Пример:

Установите текущий уровень чистоты масляной системы по горизонтальной оси "Y", например 20/18/15 (отмечено звездочкой). Далее по горизонтали определите требуемый уровень чистоты, например 17/15/12. В нашем примере, фактор увеличения срока службы деталей гидравлической системы равен 2.0.

Если мы сможем добиться сохранения необходимого уровня чистоты 17/15/12, то детали системы проработают в 2 раза дольше, чем с существующим уровнем чистоты 20/18/15.

Источник – корпорация Nokia.

Подшипники Скольжения и Турбины



Текущий класс чистоты ISO оборудования ось "Y"	Новый уровень чистоты (ISO 4406)										
	22/20/17	21/19/16	20/18/15	19/17/14	18/16/13	17/15/12	16/14/11	15/13/10	14/12/9	13/11/8	12/10/7
28/26/23	4	4.5	6	6.5	7.5	8.5	10	>10	>10	>10	>10
27/25/22	3	3.5	4.5	5	6.5	8	9	10	>10	>10	>10
26/24/21	2.5	3	4	5	6.5	7.5	8.5	9.5	>10	>10	>10
25/23/20	1.7	2.3	3	3.7	5	6	7	8	10	>10	>10
24/22/19	1.4	1.8	2.3	3	3.5	4.5	5.5	7	8	10	>10
23/21/18	1.2	1.5	1.8	2.2	3	3.5	4.5	5	7	9	10
22/20/17		1.2	1.5	1.8	2.3	3	3.5	5	6	8	10
21/19/16			1.2	1.5	1.8	2.2	3	3.5	5	7	9
20/18/15*				1.2	1.5	1.8	2.3	3	3.5	5.5	8
19/17/14					1.2	1.5	1.8	2.3	3	4	6
18/16/13						1.2	1.5	1.8	2.3	3.7	4.5
17/15/12							1.2	1.5	1.8	2.3	3
16/14/11								1.3	1.6	1.9	2.3
15/13/10									1.2	1.6	2

Пример:

Установите текущий уровень чистоты масляной системы по горизонтальной оси "Y", например 20/18/15 (отмечено звездочкой). Далее по горизонтали определите требуемый уровень чистоты, например 17/15/12. В нашем примере, фактор увеличения срока службы Подшипников скольжения и Турбин равен 1.8.

Если мы сможем добиться сохранения необходимого уровня чистоты 17/15/12, то детали системы отработают в 1.8 раза дольше, чем с существующим уровнем чистоты 20/18/15.

Источник – корпорация [Noria](#).

Подшипники Качения



Текущий класс чистоты ISO оборудования ось "Y"	Новый уровень чистоты (ISO 4406)											
		22/20/17	21/19/16	20/18/15	19/17/14	18/16/13	17/15/12	16/14/11	15/13/10	14/12/9	13/11/8	12/10/7
28/26/23		3	3.5	4	5	6	7.5	9	>10	>10	>10	>10
27/25/22		2.5	3	3.5	4	5	6	7	9	>10	>10	>10
26/24/21		2	2.5	3	4	5	6	7	8	10	>10	>10
25/23/20		1.5	2	2.5	3	3.5	4	5	6	8	9	>10
24/22/19		1.3	1.6	2	2.5	3	3.5	4	5	6	7	>10
23/21/18		1.2	1.5	1.7	2	2.5	3	3.5	4	5	7	10
22/20/17			1.2	1.5	1.7	2	2.5	3	4	5	7	9
21/19/16				1.2	1.5	1.7	2	2.5	3	4	6	8
20/18/15*					1.2	1.5	1.7	2	2.5	3	4.5	6
19/17/14						1.2	1.5	1.7	2	2.5	3	5
18/16/13							1.2	1.5	1.7	2	3.5	4
17/15/12								1.2	1.5	1.7	2	2.5
16/14/11									1.3	1.6	1.8	2
15/13/10										1.2	1.5	1.8

Пример:

Установите текущий уровень чистоты масляной системы по горизонтальной оси "Y", например 20/18/15 (отмечено звездочкой). Далее по горизонтали определите требуемый уровень чистоты, например 17/15/12. В нашем примере, фактор увеличения срока службы Подшипников Качения равен 1.7.

Если мы сможем добиться сохранения необходимого уровня чистоты 17/15/12, то детали системы отработают в 1.7 раза дольше, чем с существующим уровнем чистоты 20/18/15.

Источник – корпорация [Noria](#).

Коробки Передач и Другие Системы

Текущий класс чистоты ISO оборудования ось "Y"	Новый уровень чистоты (ISO 4406)										
	22/20/17	21/19/16	20/18/15	19/17/14	18/16/13	17/15/12	16/14/11	15/13/10	14/12/9	13/11/8	12/10/7
28/26/23	2.5	3	3.5	4	5	6.5	7	9	10	>10	>10
27/25/22	2	2.5	3	3.5	4	5	6	7.5	9	>10	>10
26/24/21	1.5	2	2.5	3	4	5	6	7	8	10	>10
25/23/20	1.3	1.5	2	2.5	3	3.5	4	5	6.5	8.5	10
24/22/19	1.1	1.3	1.7	2	2.5	3	3.5	4	5	5.5	8.5
23/21/18	1.1	1.3	1.4	1.6	2	2.5	3	3.5	4	5.5	8
22/20/17		1.05	1.3	1.4	1.7	2	2.5	3	4	5.5	7
21/19/16			1.1	1.3	1.5	1.7	2	2.5	3.5	4.5	6
20/18/15*				1.1	1.3	1.5	1.7	2	2.5	3.7	5
19/17/14					1.1	1.3	1.5	1.7	2	2.5	3.5
18/16/13						1.1	1.3	1.5	1.8	3	3.5
17/15/12							1.1	1.4	1.5	1.8	2.2
16/14/11								1.2	1.4	1.5	1.8
15/13/10									1.1	1.3	1.6

Пример:

Установите текущий уровень чистоты масляной системы по горизонтальной оси "Y", например 20/18/15 (отмечено звездочкой). Далее по горизонтали определите требуемый уровень чистоты, например 17/15/12. В нашем примере, фактор увеличения срока службы Коробки Передач и Других Систем равен 1.5.

Если мы сможем добиться сохранения необходимого уровня чистоты 17/15/12, то детали системы отработают в 1.5 раза дольше, чем с существующим уровнем чистоты 20/18/15.

Источник – корпорация [Noria](#).

Фильтрация и Пропускная Способность Фильтров

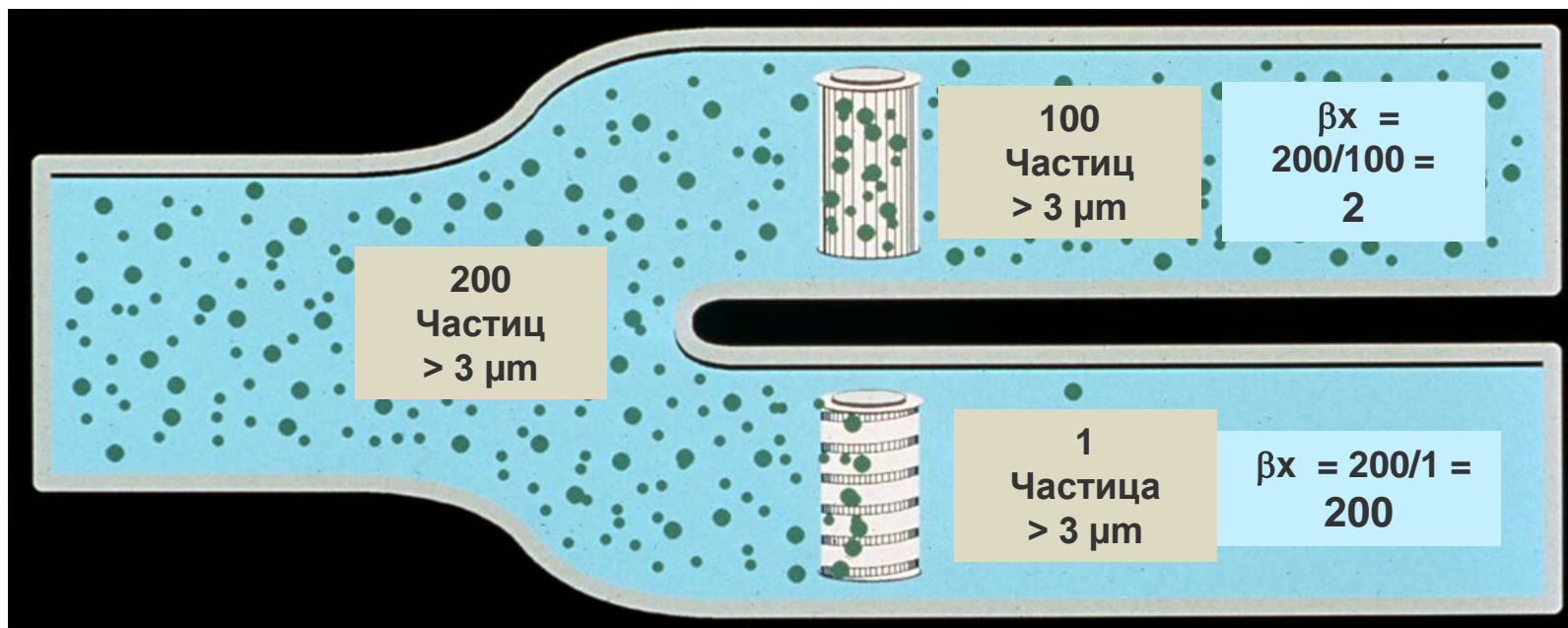


- **Номинальный Коэффициент** – Производная Величины в Микронах, основанная на удалении массовой доли, указанной производителем фильтра. Из-за недостаточной воспроизводимости данный коэффициент является сомнительным.
- **Абсолютный Коэффициент** – Диаметр самой крупной твердой сферической частицы, которая проходит через фильтр в конкретных испытательных условиях. Указывает самое крупное отверстие в материале фильтра.
- **Бета Коэффициент (β_x)** – Соотношение количества частиц равных и более, чем указанный размер (x) в жидкости на входе в фильтр к количеству частиц равному и превосходящему аналогичный размер (x) в жидкости на выходе из фильтра. Является наиболее точной оценкой эффективности фильтра.

Коэффициент Фильтрации (b)



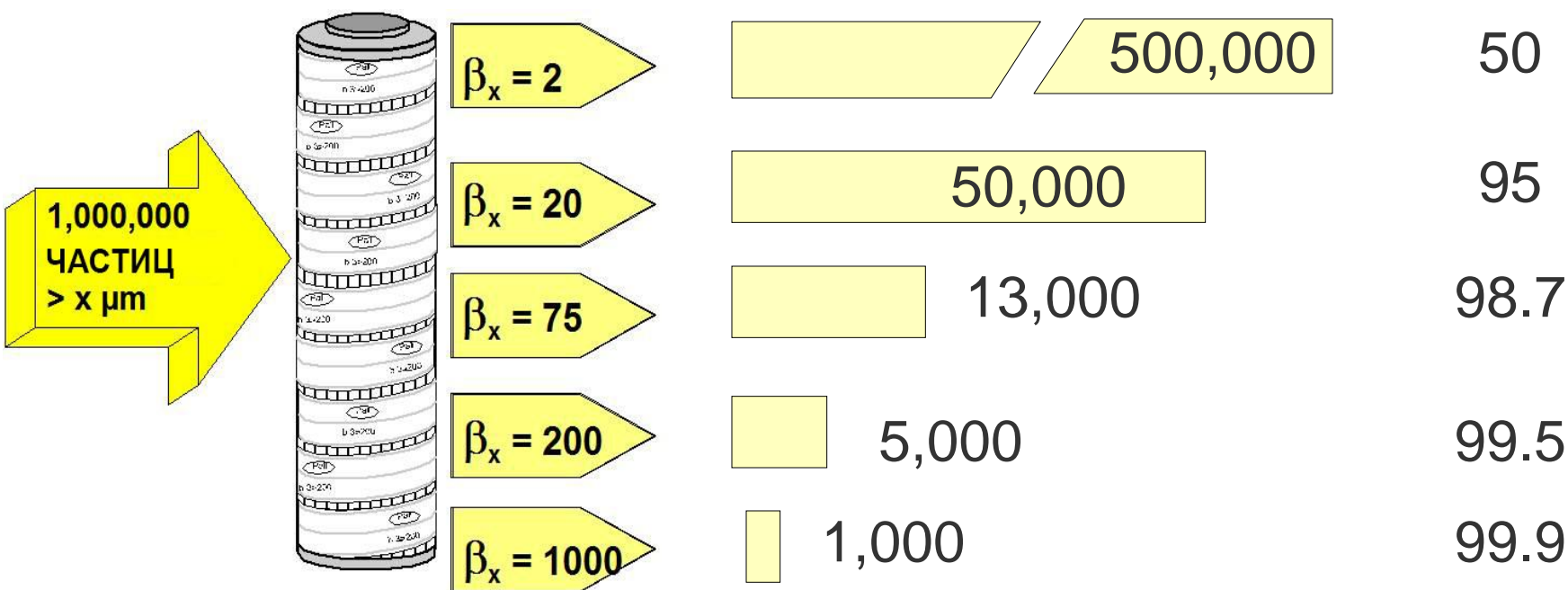
$$\text{Коэффициент фильтрации } \beta_x = \frac{\text{Количество Входящих Частиц } X \mu\text{m и Более}}{\text{Количество Выходящих Частиц } X \mu\text{m и Более}}$$



Бета Коэффициент и Качество Нисходящей Жидкости



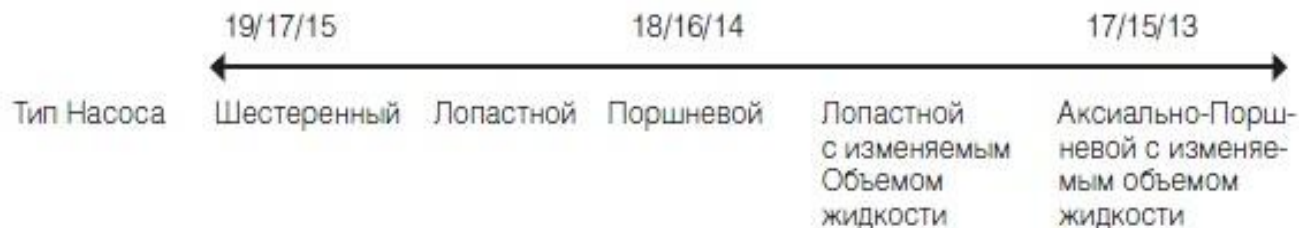
Количество Нисходящих Частиц Бета Коэффициент % Эффективности



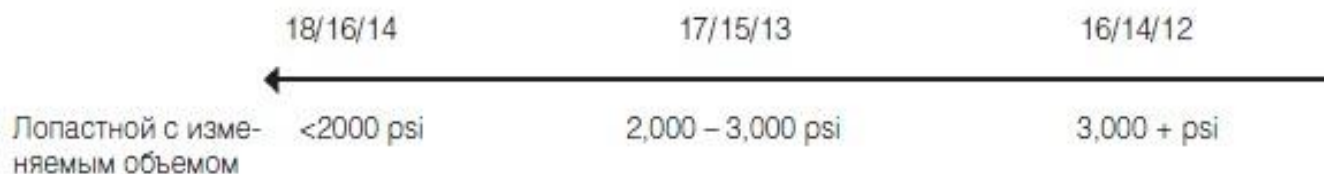
Правила Стандартов Чистоты ISO



1. Использование больших объемов жидкости требует повышенного контроля чистоты жидкости.



2. Высокое давление вызывает необходимость улучшенного контроля чистоты жидкости.



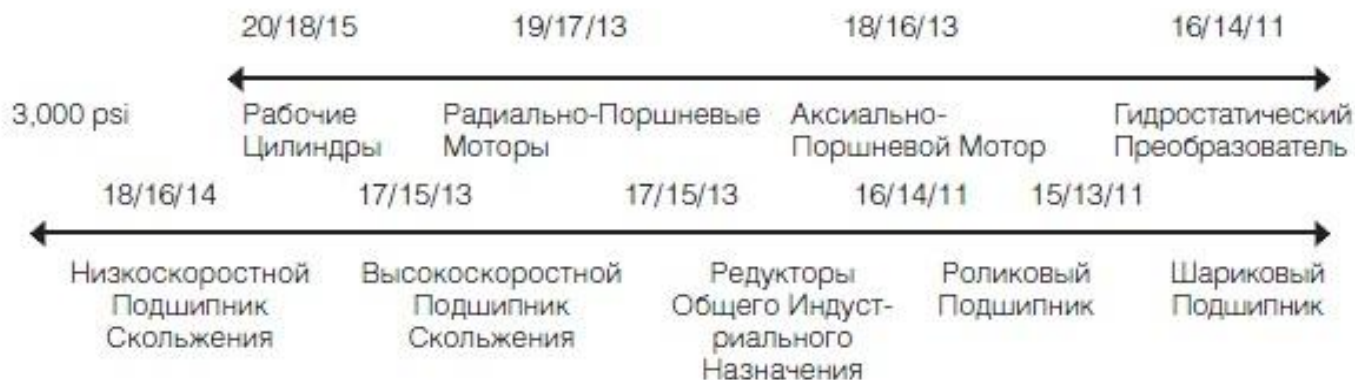
Правила Стандартов Чистоты ISO



3. Современные системы с регулированием объема и давления потока жидкостей более критичны к повышенной чистоте жидкости.



4. Требования по Рабочей Нагрузке – повышенная производительность, регулирование скорости, либо направления потока требуют повышенной чистоты жидкости.



Загрязнение Водой – Вторая Причина Неисправностей, Связанных со Смазочными Материалами



Типичные Источники Воды:

- Конденсация влажного воздуха
- Снижение температуры, конденсация растворенной воды в наливных цистернах и резервуарах оборудования
- Шланги для промывки, частая промывка
- Дождь и влажность в оборудовании, работающем вне помещений
- Протечки в теплообменном агрегате
- Повреждение уплотнений

Как Обнаружить Воду в Масле?

- Визуальное Наблюдение



- Тест на Потрескивание



- Анализ на Содержание Воды – Сенсорными и Жидкими Реагентами

- Лабораторные анализы
 - Тест по Карлу Фишеру
 - Дистилляция





Таблица увеличения срока службы по содержанию влаги

Текущий уровень влажность (PPM) ось "Y"	Новый уровень влажности (ppm)		10000		5000		2500		1000		500		250		100		50	
	Роликовый подшипник	Опорный подшипник	Роликовый подшипник	Опорный подшипник	Роликовый подшипник	Опорный подшипник	Роликовый подшипник	Опорный подшипник	Роликовый подшипник	Опорный подшипник	Роликовый подшипник	Опорный подшипник	Роликовый подшипник	Опорный подшипник	Роликовый подшипник	Опорный подшипник	Роликовый подшипник	Опорный подшипник
	50000	2.3	1.6	3.3	1.9	4.8	2.3	7.8	2.9	11.2	3.5	16.2	4.3	26.2	5.5	37.8	6.7	
25000	1.6	1.3	2.3	1.6	3.3	1.9	5.4	2.4	7.8	2.9	11.2	3.5	18.2	4.6	26.2	5.5		
10000			1.4	1.2	2.0	1.5	3.3	1.9	4.8	2.3	6.9	2.8	11.2	3.5	16.2	4.3		
5000					1.4	1.3	2.3	1.6	3.3	1.9	4.8	2.3	7.8	2.9	11.2	3.5		
2500							1.6	1.3	2.3	1.6	3.3	1.9	5.4	2.4	7.8	2.9		
1000*									1.4	1.2	2.0	1.5	3.3	1.9	4.8	2.3		
500											1.4	1.2	2.3	1.6	3.3	1.9		
250													1.5	1.3	2.3	1.6		
100															1.4	1.2		

Пример:

Если циркуляционная система содержит масло с количеством влаги 1000 ppm (равным 0,1%), то рассматривайте горизонтальную ось "Y" с 1000 ppm (отмечено звездочкой). Далее по горизонтали определите требуемый уровень влажности, например 250 ppm (0,025%).

Фактор увеличения срока службы для определенного уровня влажности будет равным 2.0 для роликового подшипника или 1.5 для опорного подшипника

* Источник – компания SKF Bearings, Государственный Университет Oklahoma и корпорация Noria.

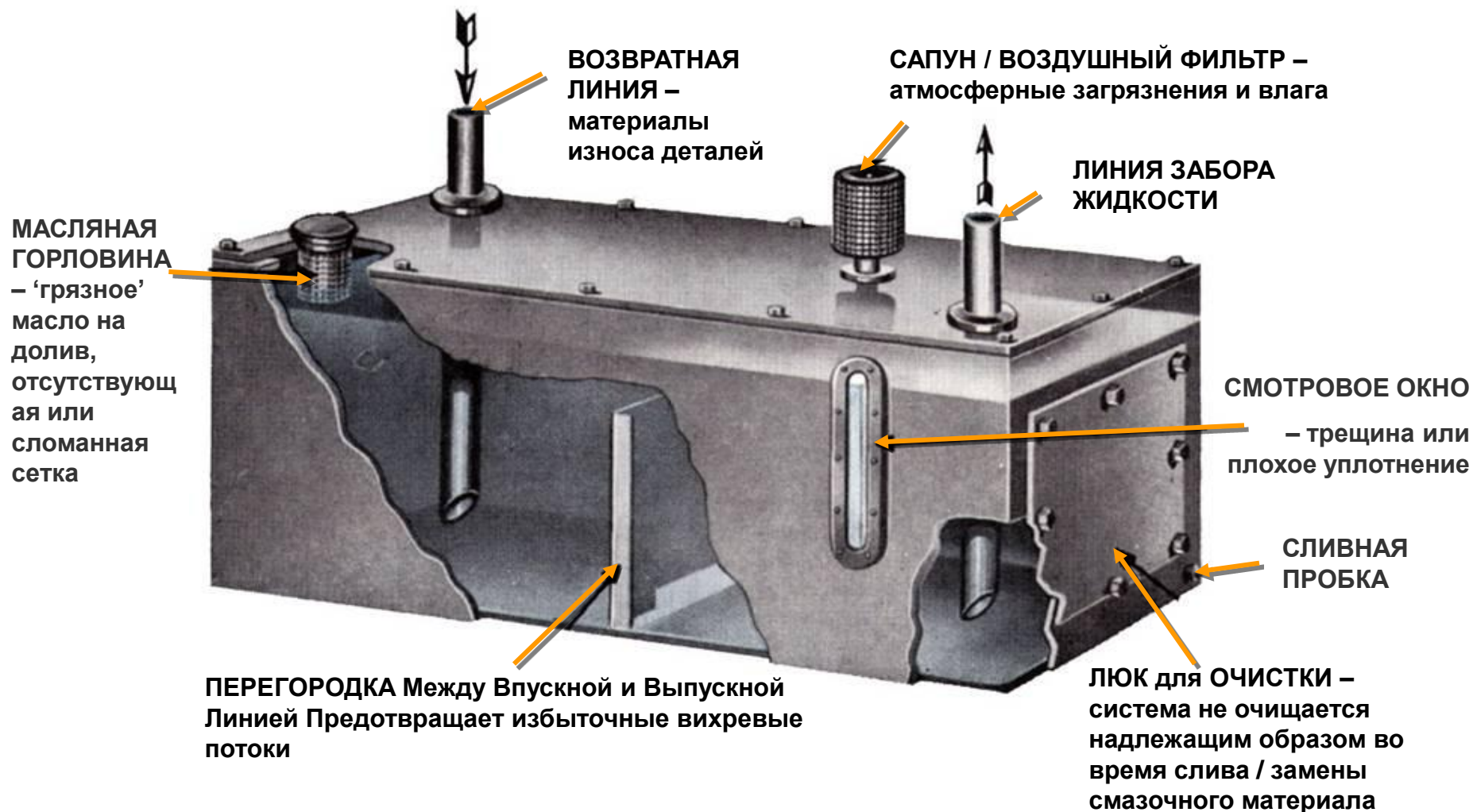
*Источник: Корпорация Noria

Передовой опыт по Поддержанию Условий Чистоты и Предохранения от Увлажнения при Хранении Масла



- Масло и смазанные системы должно храниться в чистоте и сухих условиях **до** использования.
- Для обеспечения этих условий, масло или пластичная смазка **должны** храниться надлежащим образом.
- Масло или пластичная смазка **должны** применяться для смазывания деталей таким образом, чтобы **поддерживать** их чистоту.
- Смазываемые системы **должны** иметь надлежащую фильтрацию и клапаны для поддержания уровня чистоты при работе техники.
- Установите стандарты, проводите мониторинг результатов и принимайте профилактические меры, например, используйте внешние фильтры или дополнительную очистку с центрифугой.

Источники Загрязнения



Загрязнение Водой Часто Имеет Тенденцию к Загрязнению Твердыми Частицами



400 ppm воды снижает
срок службы
Подшипников на 85% и
до 15% расчетного срока
самой жидкости



Содержание воды (ppm)
Класс Чистоты

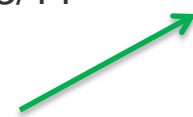
8,650
22/20/16

1,240
16/14/11

466
14/13/11

340
14/13/10

Масло после
надлежащей
фильтрации



Восстановление и Улучшение



- Восстановление загрязненных жидкостей продлевает срок их службы и снижает количество повреждений техники.
- За счет использования центрифуги, вакуумной дегидрации и фильтрации, загрязнители из твердых частиц и вода удаляются, а смазочный материал восстанавливается почти до состояния нового продукта. С помощью данных методов возможно продлить срок службы жидкостей на несколько лет выше обычного срока замены.
- Укажите результаты анализов до и после применения по воде, коду Чистоты ISO, состоянию пакета присадок и уровня вязкости.
- Иногда возможно добавление присадок в жидкость.



**Старый тип заливной крышки
с откидывающимся верхом**



Плохое уплотнение

**Клапан из-за некачественного уплотнения
пропускает грязь и воду**

**Если уплотнение не работает должным образом
резервуар может ржаветь и развалиться**



Улучшенный контроль загрязнения



Хорошее уплотнение

**Обеспечивается удаление воздуха через
влагозащитные клапаны, установленные в
разных местах на резервуаре.**

**Защищает резервуар от трещин и разрушения (в
случае, если клапан закрыт, он впускает воздух
на несколько сантиметров в вакуум, выпускает
воздух при давлении 7 psi)**



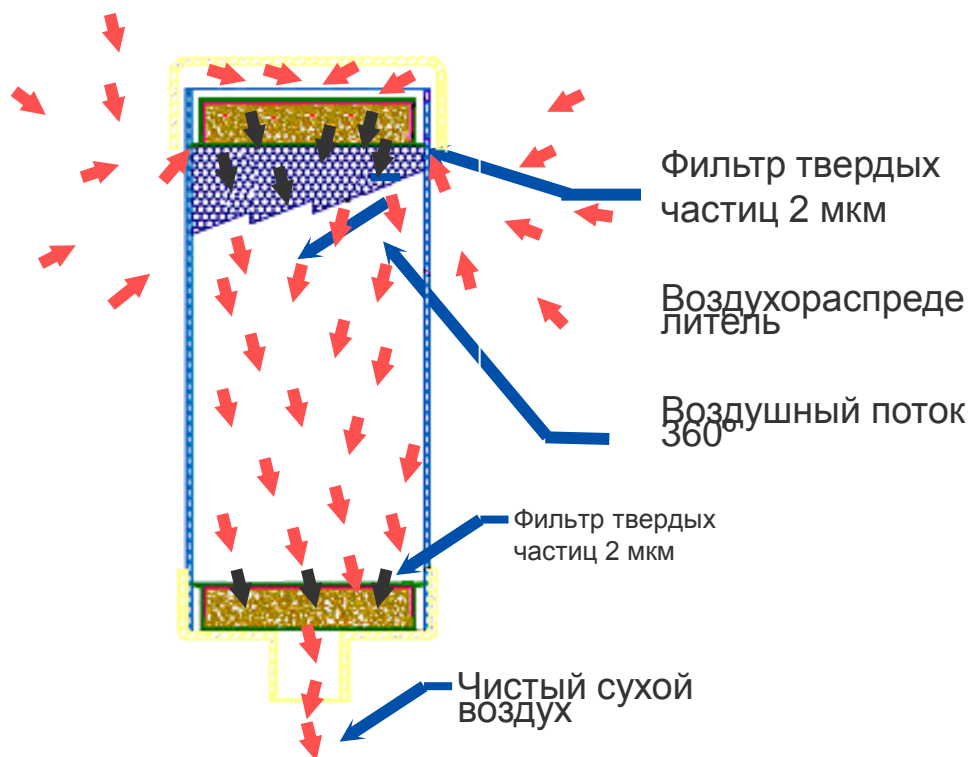
Передовой Опыт Использования Клапанов и Крышек

- Стандартные заливные и выпускные крышки в целом не эффективны. Заливные крышки с откидывающимся верхом **не** обеспечивают эффективного уплотнения резервуаров.
- Требуется резьбовые заливные крышки или фиксирующиеся радиаторные крышки, которые способны выпускать воздух.
- По возможности используйте влагозащитные фильтры / клапаны

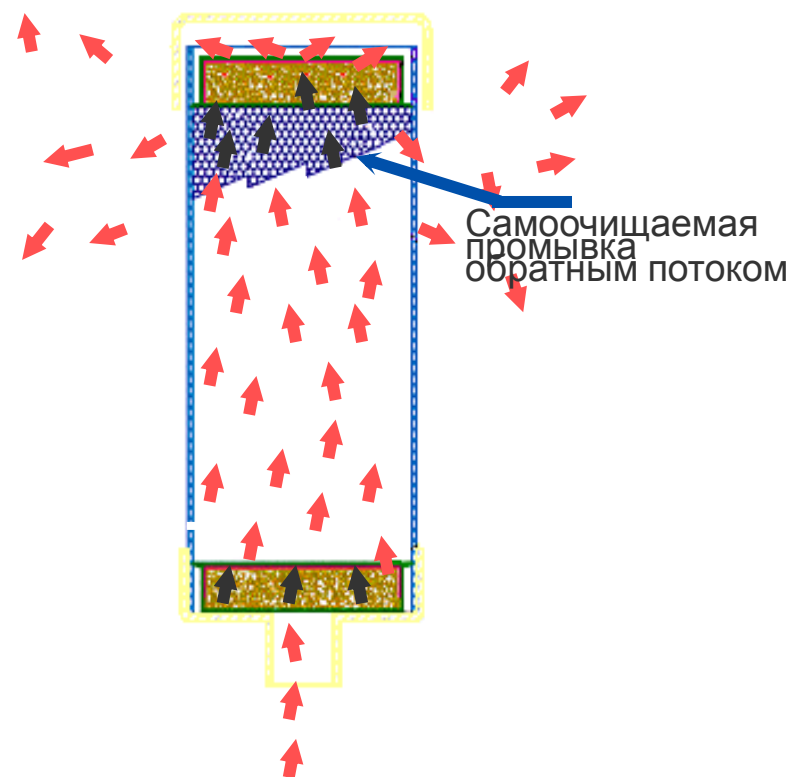


Как Работает Влагозащитный Клапан

Впуск Воздуха



Выпуск Воздуха



Преимущества Влагозащитных Фильтров



- Удаление паров воды
- Фильтрация Частиц
- Снижение Загрязнений



Какое Возможное Отрицательное Влияние Вы Можете Определить в Нижеуказанной Системе?

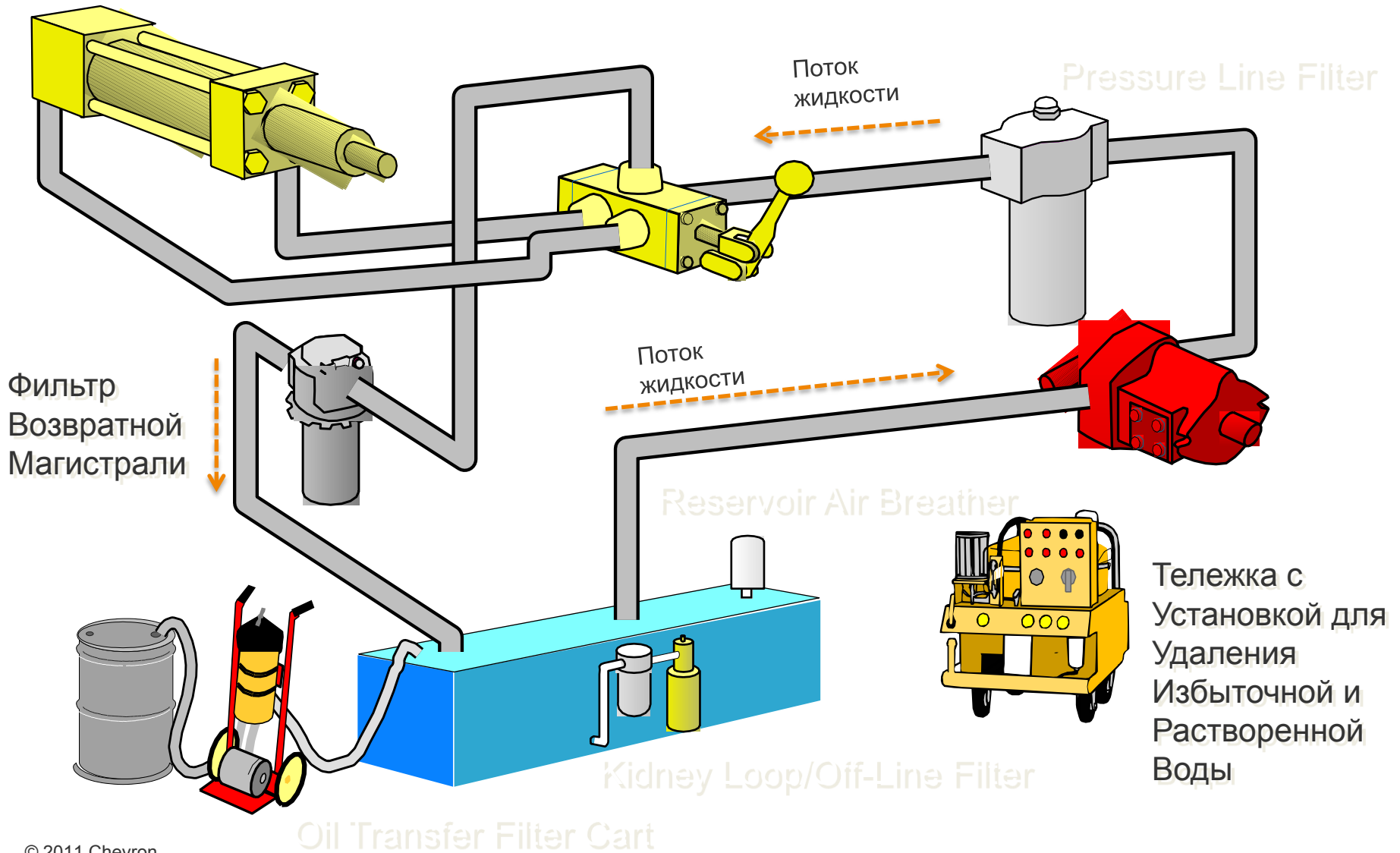
- Вредные вещества
- Износ Деталей
- Ржавление и Окисление
- Ухудшение свойств

Жидкости

- Перегрев Жидкости
- Неисправность Техники



Правильная Установка Фильтров в Типичную Гидравлическую Систему



Тележка с
Установкой для
Удаления
Избыточной и
Растворенной
Воды