

---

---

**Суда и морские технологии.  
Гидравлические масляные системы.  
Руководство по степеням очистки и  
промывки**

*Ships and marine technology — Hydraulic oil systems — Guidance for  
grades of cleanliness and flushing*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 28521:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7e25c4af-163d-4d63-b2c9-3ab1b824a519/iso-28521-2009>

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R  
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава ISO



Ссылочный номер  
ISO 28521:2009(R)

© ISO 2009

**Отказ от ответственности при работе в PDF**

Настоящий файл PDF может содержать интегрированные шрифты. В соответствии с условиями лицензирования, принятыми фирмой Adobe, этот файл можно распечатать или вывести на экран, но его нельзя изменить, пока не будет получена лицензия на загрузку интегрированных шрифтов в компьютер, на котором ведется редактирование. В случае загрузки настоящего файла заинтересованные стороны принимают на себя ответственность за соблюдение лицензионных условий фирмы Adobe. Центральный секретариат ISO не несет никакой ответственности в этом отношении.

Adobe торговый знак фирмы Adobe Systems Incorporated.

Подробности, относящиеся к программным продуктам, использованным для создания настоящего файла PDF, можно найти в рубрике General info файла; параметры создания PDF были оптимизированы для печати. Были приняты во внимание все меры предосторожности с тем, чтобы обеспечить пригодность настоящего файла для использования комитетами-членами ISO. В редких случаях возникновения проблемы, связанной со сказанным выше, просьба проинформировать Центральный секретариат по адресу, приведенному ниже.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 28521:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7e25c4af-163d-4d63-b2c9-3ab1b824a519/iso-28521-2009>



**ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ**

© ISO 2009

Все права сохраняются. Если не указано иное, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия ISO по соответствующему адресу, указанному ниже, или комитета-члена ISO в стране заявителя.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Опубликовано в Швейцарии

## Содержание

Страница

Предисловие .....	iv
1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Обозначения .....	2
4 Рекомендуемые уровни очистки труб.....	2
4.1 Уровни очистки труб в течение/после заводского изготовления .....	2
4.2 Обработка поверхности .....	3
4.3 Хранение труб и фитингов заводского изготовления .....	3
5 Уровень очистки .....	3
6 Сборка и монтаж системы трубопроводов .....	3
7 Продувка/ручная очистка системы .....	3
8 Описание соединений .....	4
8.1 Стадия проектирования .....	4
8.2 Прочие соображения .....	4
9 Испытание на герметичность .....	4
10 Заполнение маслом .....	5
11 Испытание на ударное воздействие/испытание на давление .....	5
12 Промывка смонтированной на верфи трубопроводной системы .....	5
12.1 Соединение .....	5
12.2 Специальные насосные блоки .....	5
12.3 Промывочные фильтры .....	5
12.4 Промывочное масло .....	8
12.5 Время промывки .....	11
12.6 Методы проверки уровня очистки .....	12
12.7 Испытание на герметичность .....	13
13 Запуск системы.....	13
Приложение А (информативное) Пример практического расчета .....	14
Библиография.....	15

## Предисловие

Международная организация по стандартизации ISO является всемирной федерацией национальных организаций по стандартизации (комитетов-членов ISO). Разработка международных стандартов обычно осуществляется техническими комитетами ISO. Каждый комитет-член, заинтересованный в деятельности, для которой был создан технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные правительственные и неправительственные организации, имеющие связи с ISO, также принимают участие в работах. ISO осуществляет тесное сотрудничество с международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Проекты международных стандартов разрабатываются по правилам, указанным в Директивах ISO/IEC, Часть 2.

Главная задача технических комитетов состоит в разработке международных стандартов. Проекты международных стандартов, принятые техническими комитетами, рассылаются комитетам-членам на голосование. Их опубликование в качестве международных стандартов требует одобрения, по меньшей мере, 75 % комитетов-членов, принимающих участие в голосовании.

Обращается внимание на возможность патентования некоторых элементов данного международного стандарта. ISO не несет ответственности за идентификацию какого-либо или всех таких патентных прав.

ISO 28521 был подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 8, *Суда и морские технологии*, Подкомитетом SC 3, *Трубопроводы и механизмы*.

ISO 28521:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7e25c4af-163d-4d63-b2c9-3ab1b824a519/iso-28521-2009>

# Суда и морские технологии. Гидравлические масляные системы. Руководство по степеням очистки и промывки

## 1 Область применения

Настоящий международный стандарт устанавливает процесс очистки труб и уровни очистки гидравлических масляных трубопроводных систем. Очистка труб и компонентов гидравлических масляных трубопроводных систем является необходимой для безаварийной работы гидравлических систем.

Настоящий международный стандарт устанавливает методы и оборудование для практического выполнения очистки определенных частей гидравлических систем со вспомогательными компонентами.

Цель процесса очистки состоит в том, чтобы удалить загрязнения в результате сборки и проверить, что трубопровод и гидравлическая система надлежащим образом очищены.

Процесс очистки системы подразумевает процесс вымывания при числе Рейнольдса  $R_e \leq 3\,000$ , и процесс промывки, когда число Рейнольдса  $R_e \geq 3\,000$ . Число Рейнольдса – это показатель того, является ли поток жидкости ламинарным или турбулентным.

Настоящий международный стандарт предполагает, что секции труб гидравлической системы были очищены частично травлением и частично механической очисткой. Кроме того, стандарт предполагает, что и динамические, и статические компоненты при поставке надлежащим образом очищены поставщиками (см. Раздел 5).

Технические условия, данные в настоящем международном стандарте, являются дополнительными и не заменяют руководства, установленные различными изготовителями. При наличии руководства производителя оно имеет приоритет.

## 2 Нормативные ссылки

Следующие ссылочные документы являются обязательными при применении данного документа. При датированных ссылочных документах применяется только приведенное издание документа. При недатированных ссылках необходимо использовать самое последнее издание нормативного ссылочного документа (включая любые изменения).

ISO 3448, *Материалы смазочные жидкие промышленные. Классификация вязкости по ISO*

ISO 4406, *Приводы гидравлические. Жидкости. Метод кодирования степени загрязнения твердыми частицами*

ISO 28523, *Суда и морские технологии. Масляные системы смазки и гидравлики. Руководство по отбору проб для определения чистоты и загрязнения частицами*

### 3 Обозначения

В настоящем международном стандарте используются следующие обозначения.

$A$ (мм <sup>2</sup> )	площадь сечения трубы
$\beta_x$ (—)	коэффициент фильтрации частиц
$d$ (мм)	диаметр трубы
$\Delta p$ (бар)	перепад давления
$K_1$ (—)	коэффициент промывочного фильтра
$R_e$ (—)	число Рейнольдса
$Q_1$ (л/мин)	пропускная способность фильтра
$Q_2$ (л/мин)	пропускная способность системы
$\nu$ (сСт)	кинематическая вязкость
$W$ (м/с)	скорость потока

### 4 Рекомендуемые уровни очистки труб

#### 4.1 Уровни очистки труб в течение/после заводского изготовления

##### 4.1.1 Трубы из черного металла и других материалов, которые дают образование окалины в результате нагревания или сварки

Данные трубы должны подвергаться очистке после сварки секций заводского изготовления и фитингов с использованием или химической очистки (очистка и травление щелочами) или механической продувки, чтобы достичь чистоты, соответствующей Sa 2½, как указано в ISO 8501-1.

Стальная дробь не должна использоваться из-за риска магнитной адгезии и последующего образования ржавчины; следует использовать медный (Cu) шлак. Уплотняющие поверхности во время механической очистки должны быть защищены.

##### 4.1.2 Трубы из прецизионной стали и других материалов, которые поставляются и остаются без окалины (без нагревания или сварки)

После резки и тщательного удаления заусенцев трубы и фитинги, которые соединяются, не подвергаясь предварительному нагреванию или сварке, например, при помощи зажимных колец, должны быть очищены одним из следующих методов:

- химически (с использованием процесса очистки щелочами);
- продувкой воздухом под давлением;
- очисткой вручную, протягиванием ветоши, не оставляющей волокон.

## 4.2 Обработка поверхности

Чтобы сохранять упомянутую выше чистоту труб и фитингов до их монтажа на борту судна, рекомендуется обработать внутреннюю и внешнюю поверхности на концах труб и фитингов подходящим маслом. Для предотвращения попадания пыли и песка в трубы и прилипания к поверхностям концы труб должны быть снабжены заглушками.

Применяемое масло не должно менять качеств промывочного или системного масла.

## 4.3 Хранение труб и фитингов заводского изготовления

Очищенные трубы и фитинги заводского изготовления с обработанными поверхностями должны быть снабжены заглушками и храниться в сухих, предпочтительно контролируемых, условиях. Если это невозможно, трубы должны быть защищены от дождя, а на всех поверхностях должна быть обеспечена вентиляция. Ненадлежащие условия хранения могут повлечь дополнительную очистку и обработку поверхностей.

## 5 Уровень очистки

Для предварительно испытанных компонентов и масел, которые являются частью системы:

- Поставщик компонентов должен иметь возможность определить уровень очистки поставляемых компонентов. Это касается поставщиков как динамических, так и статических компонентов.
- ISO/TR 10949 и ISO 18413 определяют методы, в соответствии с которыми может быть выполнена оценка уровня очистки и подготовлена соответствующая документация. В дополнение к информации, относящейся к уровню очистки на момент поставки, верфь и поставщик системы должны заранее согласовать уровень очистки системного масла и всей системы, чтобы обеспечить долгую и надежную эксплуатацию.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7e25c4af-163d-4d63-b2c9-3ab1b834e510/iso-28521-2009>

## 6 Сборка и монтаж системы трубопроводов

При сборке и монтаже трубопроводов важно избегать любой сварки, пайки твердым или мягким припоем, а также нагревания труб (и появления окалины). Если этого избежать не удастся, монтируемые трубы должны быть очищены и обработаны вновь (отремонтированы). Особенно важно удалить материалы, оставшиеся после пайки мягким припоем.

Защитные покрытия в процессе монтажа следует удалять как можно позже. Решающим является предотвращение попадания загрязнений (при процессе монтажа) в систему трубопроводов. PTFE (тефлоновые) уплотнения и ленту следует применять с большой осторожностью.

## 7 Продувка/ручная очистка системы

Перед подсоединением системы трубопроводов к механизмам, пультам управления, насосным станциям и т.д. все трубы должны быть продуты сухим воздухом под давлением и/или азотом. Если это невозможно (из-за размера труб), они должны быть очищены вручную, протягиванием чистой ветоши, не оставляющей волокон.

Цель состоит в том, чтобы удалить легко устранимые загрязнения наиболее эффективным способом и в то же время убедиться, что трубы внутри сухие (азот помогает удалить воду, которая конденсируется в трубах).

## 8 Описание соединений

### 8.1 Стадия проектирования

На стадии проектирования, т.е. при структурировании гидравлической схемы важно тщательно рассмотреть возможность практической промывки полной системы (включая компоновку).

При компоновке системы трубопроводов необходимо обратить внимание на следующее.

- a) “Мертвые” зоны при промывке неприемлемы (их можно избежать посредством выбора мест соединений).
- b) Контуры всегда должны быть соединены последовательно.
- c) Все приемлемые варианты соединений должны рассматриваться (с целью соединения труб одинакового диаметра, чтобы избежать значительных потерь давления).

### 8.2 Прочие соображения

Также во внимание должно быть принято следующее.

- a) Компоненты, которые могли бы препятствовать высокой скорости потока или которые могли бы быть повреждены потоком высокой скорости, должны быть шунтированы.
- b) Встроенные фильтрующие элементы перед промывкой должны быть удалены.
- c) Насосные станции, собранные блоки и подкомпоненты, которые не были предварительно испытаны, должны быть промыты отдельно, в случае, если они не поставлены в очищенном состоянии.

ПРИМЕЧАНИЕ Также это применимо к системам трубопроводов, для которых пространственные условия на борту судна не позволяют произвести промывку установленных систем.

- d) Важно, чтобы отбор проб масла в процессе реальной промывки осуществлялся способом, обеспечивающим характерные пробы. Необходимо обратиться к ISO 28523 и ISO 4021, которые описывают процедуру отбора проб в динамической системе.

## 9 Испытание на герметичность

Перед заполнением системы промывочным маслом должна быть проверена ее герметичность следующими способами:

- a) Соединить трубопроводную систему (шунтировать/заглушить компоненты), затем поднять давление в соответствии с указаниями национальных стандартов, используя чистый сухой воздух или азот, и произвести поверхностное испытание с мыльной водой или контроль падения давления в течение определенного времени.
- b) После заполнения промывочным маслом герметичность системы может быть проверена при помощи испытаний на ударное воздействие или давление (см. Раздел 11).



## 10 Заполнение маслом

Для выбора типа и качества масла см. 12.3.

Процедура заполнения определяется следующим образом.

- a) Соединить трубопроводную систему (шунтировать компоненты).
- b) Очистить резервуар переносной насосной станции и блок питания до уровня очистки, соответствующего уровню очистки компонентов, поставляемых для системы (см. Раздел 5).
- c) Закачивать насосом в систему масло через фильтр до тех пор, пока резервуар не наполнится.

Фильтр должен фильтровать масла, как минимум, двух кодов ISO до чистоты, установленной для системы в соответствии с ISO 4406. Необходимо уделить внимание тому, чтобы пузырьки воздуха не попали в систему в процессе заполнения; при необходимости система должна быть заполнена полностью, и воздух должен быть удален.

## 11 Испытание на ударное воздействие/испытание на давление

- a) Соединить трубопроводную систему (шунтировать компоненты). Убедиться, что она полностью заполнена.
- b) Поднять давление в системе до соответствующего тестового значения и снова сбросить его, открыв перепускной клапан насосной станции. Повторить данную процедуру минимум 25 раз, если только не определено иное.

## 12 Промывка смонтированной на верфи трубопроводной системы

### 12.1 Соединение

Соединить трубопроводную систему (шунтировать/заглушить компоненты). Идеально, если будет использоваться вибрационный блок с широким частотным диапазоном. Целесообразно в процессе промывки менять направление потока более, чем один раз.

### 12.2 Специальные насосные блоки

Опыт показывает, что очень хорошие результаты могут быть достигнуты, если при промывке труб используется гидравлический аккумулятор и клапан пульсации, направляющий пульсирующее давление/пульсирующий поток через трубы.

В системах трубопроводов с малым внутренним диаметром, в которых трудно достичь турбулентного потока из-за большого перепада давления, могут быть использованы специальные газовые/масляные блоки, которые заполняют всю систему трубопроводов газом или маслом под давлением; когда давление уменьшается, пузырьки газа расширяются, приводя к турбулентности потока масла.

### 12.3 Промывочные фильтры

#### 12.3.1 Пропускная способность фильтра

Постоянные фильтры систем не должны использоваться для очистки промывочным маслом; вместо них специальные промывочные фильтры, спроектированные для увеличения пропускной способности до заданного значения, могут быть использованы в процессе промывки вместе с переносной насосной станцией.

Рекомендуется устанавливать фильтры и на линии давления, и на обратной линии, чтобы уменьшить общее время промывки.

Выбор пропускной способности фильтра должен быть сделан с целью достижения приемлемого срока службы фильтрующего элемента.

Срок службы фильтра при прочих равных условиях определяется его способностью к загрязнению.

Сложно определить желаемую способность фильтра к загрязнению и получить соответствующую информацию от изготовителей. По этой причине в качестве основы для определения приемлемого срока службы часто используется пропускная способность фильтра (выраженная в л/мин).

Пропускная способность фильтра  $Q_1$  рассчитывается умножением пропускной способности системы  $Q_2$  на коэффициент  $K_1$ , который для промывочных фильтров обычно изменяется в пределах от 2,5 до 3,5. Высокое значение  $K_1$  выбирается для систем высокого давления, а низкое значение выбирается для систем низкого давления.

Метод расчета  $Q_2$  приводится в 12.3.3, а пример его применения приведен в Таблице 2.

Фильтрующий элемент, который в очищенном состоянии способен пропустить поток  $Q_1$  при перепаде давления  $\Delta p$  в 0,3 бар, должен быть выбран в соответствии с техническими данными изготовителя.

Промывочные фильтрующие элементы должны заменяться, когда в течение промывки достигается максимум  $\Delta p$  для загрязненного фильтра (это считывается с датчика давления или с индикатора загрязнения, если таковой установлен).

Индикатор загрязнения должен быть такого типа, который подает сигнал до открытия шунтирующего клапана. Поскольку невозможно рассчитать или получить различные пропускные способности фильтра для различных процедур промывки, на практике каждая конкретная верфь поддерживается в выполнении расчетов с применением приведенной выше основы и собственных параметров, а также в использовании одного или более "стандартных фильтров", которые могут быть в определенных пределах.

Для расчета по выбору фильтра предлагается следующее уравнение:

$$Q_1 = Q_2 \times K_1$$

где

$$Q_2 = W A$$

и

$$W = R_e / 1\,000 \times v d$$

$$A = \pi (d^2 / 4)$$

Величины  $Q_2$ ,  $W$ ,  $R_e$ ,  $v$ , и  $d$  объяснены в 12.3.2.  $Q_2$  также приводится в Таблице 2.

Поскольку  $R_e$  может быть зафиксировано, например, на уровне 3 000 и  $v$  также может поддерживаться постоянной посредством использования промывочного масла стандартного качества при фиксированной температуре, только  $d$  и  $K_1$  являются переменными.

Когда трубы имеют относительно малый диаметр,  $K_1$  имеет наибольшее значение (системы высокого давления) и наоборот (системы низкого давления); конкретная верфь может счесть это удобным для определения пропускной способности промывочного фильтра, которая соответствует всем общим задачам.

### 12.3.2 Фильтрационные характеристики и достижимый уровень очистки

Фильтрационные характеристики промывочных фильтров должны выбираться на основе уровня очистки, требуемого поставщиком системы, т.е. допустимого уровня очистки (ACL) рассматриваемой системы. Допустимый уровень очистки ACL устанавливает приемлемый уровень загрязнения, который согласуется с устойчивостью к загрязнению наиболее чувствительных компонентов системы и требуемым сроком службы. Если допустимый уровень очистки ACL не определен, стандартная классификация согласно ISO 4406 может служить руководством для выбора тонкости очистки фильтра; см. Таблицу 1.

Связь между фильтрационными характеристиками и временем промывки см. 12.4.

Таблица 1 — Классификация ISO 4406 как руководство для выбора тонкости очистки фильтра

Примеры судового оборудования	Давление	Блок промывки на момент пуска	Степень очистки при поставке после испытания	Максимально допустимое загрязнение	Типичные требования по обслуживанию фильтра $\beta_x^a > 75$
		ISO 4406	ISO 4406	ISO 4406	
Регулятор с сервоклапанами	> 160 бар	15/13/10	16/14/11	18/16/13	3 мкм - 5 мкм
Рулевое устройство с регулируемыми насосами	> 160 бар	15/13/10	16/14/11	18/16/13	3 мкм - 5 мкм
Козловой кран с пропорциональными клапанами	> 160 бар	16/14/11	17/15/12	20/17/14	5 мкм - 10 мкм
Лебедка высокого давления с автоматическим натяжением	> 160 бар	16/14/11	17/15/12	20/17/14	5 мкм - 10 мкм
Системы гидравлических клапанов	> 160 бар	17/15/12	18/16/13	21/18/15	5 мкм - 10 мкм
Азимутальные системы	> 160 бар	17/15/12	18/16/13	21/18/15	5 мкм - 10 мкм
Рампы, ворота и двери	> 160 бар	17/15/12	18/16/13	21/18/15	5 мкм - 10 мкм
Дистанционное пропорциональное управление лебедкой	< 160 бар	17/15/12	18/16/13	21/18/15	5 мкм - 10 мкм
Системы ВРШ с сервоклапанами	< 160 бар	17/15/12	18/16/13	21/18/15	5 мкм - 10 мкм
Системы ВРШ без сервоклапанов	< 160 бар	18/16/13	19/17/14	21/18/15	10 мкм - 20 мкм
Носовые и кормовые подруливающие устройства	< 160 бар	18/16/13	19/17/14	21/18/15	10 мкм - 20 мкм
Лебедки и краны низкого давления	< 160 бар	18/16/13	21/17/14	22/19/16	10 мкм - 20 мкм
ПРИМЕЧАНИЕ Вообще, устанавливается компонент, который имеет наилучший уровень очистки. Например, пропорциональный клапан обычно имеет требование по очистке с кодом 18/16/13. Чтобы поддерживать надлежащий уровень очистки требование по обслуживанию будет 17/15/12, а для блока промывки - 16/14/11.					
<sup>a</sup> $\beta_x$ определяется следующим образом: (количество добавленных частиц $\geq x$ мкм)/(количество испущенных частиц $\geq x$ мкм).					

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Большинство изготовителей фильтров для иллюстрации их характеристик используют зависимость  $\beta_x$ , но других классификаций; в данной сфере подходит международная стандартизация (см. ISO 16889).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 “Номинальное значение” и “Абсолютное значение” – это примеры других классификаций. Например, абсолютное значение 10 мкм на практике соответствует  $\beta_{10} > 75$ .

Для ориентира, значение  $\beta$  должно быть между 75 и 200. Рекомендуется использование фильтров со значением  $\beta$  выше 75, так как более высокие значения  $\beta$  уменьшают общее время промывки.

### 12.3.3 Скорости потока и пропускная способность

Наиболее эффективная промывка достигается, когда скорость потока относительно высокая и/или вязкость относительно низкая, так что в системе трубопроводов во время промывки возникает турбулентный поток. Турбулентные потоки возникают, когда число Рейнольдса больше 3 000.

Число Рейнольдса рассчитывается с использованием следующего уравнения.

$$R_e = 1\,000 \times (W d)/\nu$$

Если  $R_e > 3\,000$ , поток всегда будет турбулентным. Чтобы достичь более тонкого пограничного слоя ламинарного потока напротив внутренней стенки трубы, может быть использовано рекомендация  $R_e \geq 4\,000$ .

Более того, промывка должна выполняться с более высокими значениями числа Рейнольдса  $R_e$ , чем