

# Технические условия по сверхчистой обработке (SC-01)

## Технические условия SCS-00001, редакция F

### Содержание

В настоящем документе изложены инструкции, используемые компанией Swagelok® для производства продуктов из нержавеющей стали сверхвысокой степени чистоты с электрополировкой, а также продуктов из пластмассы сверхвысокой степени чистоты. Настоящий документ необходимо использовать в сочетании с каталогами продуктов, техническими бюллетенями и отчетами для получения полной информации о продукте.

### Проектирование

Если в документации к продуктам указаны влажность, содержание углеводородов или результаты анализа ионной чистоты, то применимы следующие стандарты:

#### Продукты из нержавеющей стали

- Анализ влажности выполняется в соответствии со стандартом ASTM F1397 «Стандартный метод испытаний для определения уровня влаги, выделяемой компонентами системы подачи и распределения газов».
- Углеводородный анализ выполняется в соответствии со стандартом ASTM F1398 «Стандартный метод испытаний для определения общего уровня углеводородов, выделяемых компонентами системы подачи и распределения газов».
- Анализ ионной чистоты выполняется в соответствии со стандартом ASTM F1374 «Стандартный метод испытаний для определения уровня ионных или органических экстрагируемых веществ на внутренней поверхности — ионная хроматография / газовая хроматография / инфракрасная спектроскопия с Фурье-преобразованием для компонентов систем подачи и распределения газов».

#### Продукты из пластмассы

- Все продукты из пластмассы проектируются в соответствии со стандартом SEMI F57 «Временные технические условия для полимерных компонентов, применяемых в системах подачи и распределения воды и жидких химических веществ сверхвысокой степени чистоты».

### Инструкции в отношении материалов

#### Нержавеющая сталь

Нержавеющая сталь является предпочтительным материалом для производства продуктов сверхвысокой степени чистоты, применяемых в газовых системах, в связи с характерной для этого материала устойчивостью к коррозии и окислению. Низкоуглеродистая нержавеющая сталь AISI типа 316L (UNS S31603) — это самый распространенный в отрасли материал в связи с ее устойчивостью к межкристаллитной коррозии после сварки или снятия напряжения. Предлагаются седла клапанов, мембраны, прокладки и уплотнительные кольца из самых разнообразных материалов в зависимости от требований конечного заказчика к химической совместимости.

Таблица 1. Технические условия Swagelok, % масс.

Элемент	Swagelok 316, AOD	Swagelok 316L, AOD	Swagelok 316L, VAR	Swagelok 316L, VIM-VAR
C (углерод)	Не более 0,050	От 0,015 до 0,030	От 0,015 до 0,030	От 0,010 до 0,030
S (серы)	От 0,020 до 0,030	От 0,005 до 0,030	От 0,003 до 0,010	От 0,005 до 0,010
Mn (марганец)	От 1,00 до 2,00	От 1,00 до 1,50	От 1,00 до 1,50	От 0,15 до 0,40

- Прутковые заготовки из нержавеющей стали соответствуют следующим стандартам.
  - ASTM A479 «Нержавеющие и термостойкие прутки и формы для применения в котлах и других резервуарах под давлением»
  - ASTM A484 «Общие требования к нержавеющей и термостойким пруткам, заготовкам и поковкам»
  - ASTM A276 «Нержавеющие и термостойкие прутки и формы»
- Прутковые заготовки 316L VAR и 316L VIM-VAR соответствуют стандарту SEMI F20 «Технические условия для прутков, поковок, экструдированных форм, пластин и трубок из нержавеющей стали 316L для компонентов, применяемых в производстве полупроводников общего назначения, высокой и сверхвысокой степени чистоты».
- Первичная обработка стали осуществляется методом аргоно-кислородного обезуглероживания (AOD) или вакуумно-индукционного переплава (VIM). Для повышения степени чистоты компонентов, соприкасающихся со средой, может выполняться вторичный переплав, например вакуумно-дуговой (VAR).
- Компания Swagelok ужесточила ключевые требования к определенным элементам химического состава для повышения его единообразия во всех продуктах сверхвысокой степени чистоты; см. таблицу 1.
- Продукты из нержавеющей стали проходят, помимо прочего, следующие проверки.
  - Соответствие материала стандартам проверяется согласно рекомендации A стандарта ASTM A262 «Стандартные рекомендации по определению подверженности аустенитной нержавеющей стали межкристаллитной коррозии».
  - Химический состав проверяется в соответствии со стандартом ASTM A751 «Методы испытаний, рекомендации и терминология для химического анализа продуктов из стали».
  - Качество поверхности проверяется методом ультразвуковой дефектоскопии в соответствии со стандартом ASTM E214 «Рекомендации по иммерсионной ультразвуковой дефектоскопии методом отражения с использованием продольных импульсных волн» или путем токовихревой дефектоскопии в соответствии со стандартами Swagelok.
  - Включения выявляются путем проведения испытания Ернконтурет (JK) в соответствии со стандартом ASTM E45 «Стандартные рекомендации по определению содержания включений в стали, метод A» с номинальными параметрами на основе пластины I-r.

## Инструкции в отношении материалов (продолж.)

### Материалы из пластмассы

Пластмасса — это предпочтительный материал для использования в жидкостных системах сверхвысокой степени чистоты. Swagelok использует модифицированный фторопласт (PTFE) в связи с характерной для него устойчивостью к химическому воздействию и чистотой. Химический состав материалов из пластмассы соответствует следующим стандартам.

- ASTM D3294 «Стандартные технические условия для формованных листов и базовых фигур из фторопласта»
- ASTM D4894 «Стандартные технические условия для пресс-порошков из фторопласта (PTFE) и материалов, выполненных методом поршневой экструзии» для фторопласта типа I, марки 1

### Производство и обработка поверхности

В процессе производства следует тщательно следить за размерами и обработкой поверхности. Каждый обработанный компонент должен иметь чрезвычайно гладкую поверхность, плавные переходы, беспрепятственные пути прохождения потока и прямые приварные торцевые соединения, чтобы свести к минимуму количество улавливаемых или генерируемых частиц.

Критерии шероховатости/обработки поверхности основаны на следующих стандартах.

- Для продуктов из нержавеющей стали — на стандарте SEMI F19 «Требования к состоянию соприкасающихся со средой поверхностей компонентов из нержавеющей стали» и на процедурах стандарта SEMI F37 «Метод определения параметров шероховатости поверхности компонентов системы подачи и распределения газов».
- Для продуктов из пластмассы — на стандарте SEMI F57 «Временные технические условия для полимерных компонентов, применяемых в системах подачи и распределения воды и жидких химических веществ сверхвысокой степени чистоты».

Единица измерения шероховатости  $R_a$  определена в стандарте ASME B46.1 «Текстура поверхности (шероховатость, волнистость и направление неровностей поверхности)» как среднее арифметическое абсолютных значений отклонений высоты профиля, зафиксированных в рамках оцениваемой длины и измеряемых от биссектрисы.

- Соприкасающиеся со средой поверхности продуктов Swagelok из нержавеющей стали сверхвысокой степени чистоты имеют значение  $R_a$  5 микродюймов (0,13 мкм) за исключением следующих продуктов со значением  $R_a$  8 микродюймов (0,20 мкм):
  - сильфонные клапаны серий BN и HB;
  - мембранные клапаны серий DL и DS.
- Соприкасающиеся со средой поверхности продуктов Swagelok из пластмассы сверхвысокой степени чистоты имеют максимальное значение  $R_a$  25 микродюймов (0,62 мкм) в соответствии со стандартом SEMI F57.

Значения шероховатости, указанные в каталогах продуктов Swagelok, являются средними значениями для процесса, то есть средними арифметическими значениями для того или иного производственного процесса в соответствии со стандартом SEMI F37.

Шероховатость/обработка поверхности проверяется с помощью подходящего инструмента профилирования в соответствии со стандартом ASME B46.1. Замеры выполняются по максимально доступной длине проходного отверстия фитинга или клапана, за исключением конических поверхностей, пересечений или сварных швов.

## Электрополировка и пассивация (только для продуктов из нержавеющей стали)

Соприкасающиеся со средой поверхности корпусов фитингов и клапанов подвергаются электрополировке, чтобы улучшить их состояние и образовать устойчивый к коррозии поверхностный слой оксида хрома. После электрополировки все поверхности подвергаются пассивации для удаления свободного железа.

- Процессы электрополировки основаны на стандарте ASTM E1558 «Электролитическая полировка образцов для металлографического исследования» и выполняются с помощью специализированной оснастки.
- Процессы пассивации основаны на стандарте ASTM A380 «Очистка, удаление окалина и пассивация деталей, оборудования и систем из нержавеющей стали».
- Проверка электрополировки и пассивации выполняется в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2. Методы проверки и технические условия

Параметр	TU	Метод испытаний
Соотношение хрома к железу (Cr/Fe)	Соотношение $\geq 2,0$	ESCA (электронная спектроскопия для химического анализа) на основе стандарта SEMI F60
Соотношение оксида хрома к оксиду железа (CrO/FeO)	Соотношение $\geq 2,0$	
Толщина оксидного слоя	$\geq 15\text{\AA}$ <sup>①</sup>	AES (электронная спектроскопия) на основе стандарта SEMI F72
Анализ дефектов поверхности	Не более 40 дефектов на 5 пробных участках <sup>②</sup>	SEM (сканирующая электронная микроскопия) на основе стандарта SEMI F73
Внешний вид	Все детали должны быть зеркальными и иметь высокую светоотражающую способность, единообразную шероховатость и равномерную блестящую поверхность <sup>③</sup>	Обработанные детали проходят визуальный осмотр невооруженным глазом под дополнительным ярким освещением

① Среднее значение для процесса.

② Неприменимо к корпусам серий HB, BN, DS, DL и LD.

③ Неприменимо к «специальным» конфигурациям или корпусам серий HB, BN, DS, DL и LD.

### ВАЖНО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИМЕЧАНИЕ.

**Все продукты сверхвысокой степени чистоты с электрополировкой проходят обработку в соответствии с инструкциями в предыдущих разделах настоящего документа («Проектирование», «Инструкции в отношении материалов», «Производство и обработка поверхности» и «Электрополировка и пассивация»). Требования к очистке, сборке, испытаниям и упаковке продуктов, код заказа которых содержит обозначение «P1», см. в Специальной инструкции компании Swagelok по очистке и упаковке (SC-11). Требования к очистке, сборке, испытаниям и упаковке продуктов, код заказа которых содержит только обозначение «P», указаны ниже в настоящем документе.**

## Электрохимическая проверка критической температуры точечной коррозии (только для продуктов из нержавеющей стали)

Электрохимическая проверка критической температуры точечной коррозии (CPT) на основе стандарта ASTM G150 «Стандартный метод испытаний для электрохимической проверки критической температуры точечной коррозии нержавеющей сталей» применяется для определения устойчивости к местной точечной коррозии. В рамках этой проверки измеряется температура, при которой текущая плотность быстро выходит за заданные пределы при заданном электрическом потенциале. Используется раствор поваренной соли, а электрический потенциал поддерживается в районе пассивации.

**Таблица 3. Критическая температура точечной коррозии**

Параметр	ТУ	Метод испытаний
Критическая температура точечной коррозии	> 13 °C (55 °F)	ASTM G150

## Очистка и сушка

Система очистки деионизированной водой изолирована от внешней среды, что снижает вероятность попадания частиц. Продукты проходят несколько циклов ультразвуковой очистки и многоступенчатой промывки деионизированной водой в резервуарах, а затем попадают в сушильную камеру. Характеристики деионизированной воды основаны на следующих стандартах.

- Для компонентов из нержавеющей стали — SEMI E49.6 «Руководство по процедурам сборки и испытания подсистем — системы из нержавеющей стали»
- Для компонентов из пластмассы — SEMI E49.7 «Руководство по обеспечению чистоты при проектировании и производстве систем подачи и распределения воды и жидких химических веществ сверхвысокой степени чистоты, применяемых в полупроводниковом технологическом оборудовании»

**Таблица 4. Характеристики деионизированной воды**

Характеристика	Возможности Swagelok
Сопротивление	$\geq 17,5 \text{ M}\Omega\cdot\text{см}$ при температуре 25 °C (77 °F)
Общее содержание органического углерода	< 20 миллиардных долей
Содержание кварца	< 5 миллиардных долей
Содержание бактерий	< 10 колоний на 100 мл
Температура горячей деионизированной воды	Не менее 60 °C (140 °F)

## Сборка и испытания

Для защиты деталей от загрязнения из воздушной среды их защищают и транспортируют из установленной системы очистки непосредственно в чистую среду для проведения сборки и испытаний.

- Испытания и классификация чистых комнат соответствуют стандарту ISO 14644-1 «Чистые комнаты и соответствующие контролируемые среды». Указанные значения количества частиц представляют собой пределы максимальной концентрации частиц (на кубический метр воздуха) размером  $\geq 0,5 \text{ мкм}$ .
- Классификация Swagelok в соответствии со стандартом ISO 14644-1 указана в таблице 5.

**Таблица 5. Классификация чистых комнат и рабочих зон**

Место проведения испытаний	Федеральный стандарт 209E	ISO 14644-1 (частиц на кубический метр)
<b>Нержавеющая сталь</b>		
Чистая комната	Класс 100	Класс 5 (3520)
Рабочие зоны, вытяжные шкафы с ламинарным потоком и приемные	Класс 10	Класс 4 (352)
<b>Пластмасса</b>		
Складские площадки для материалов, гардеробные, участки подготовки ресурсов и сборочные участки	Класс 10 000	Класс 7 (352 000)

- Информацию о конкретных требованиях по проверке эксплуатационных параметров и ее результатах см. в каталоге продуктов.

## Упаковка и маркировка

Продукты Swagelok упакованы так, чтобы защитить их от внешних загрязнителей во время перевозки. Маркировка и информация для отслеживания видны без вскрытия упаковки, чтобы снизить вероятность загрязнения продукта и системы, в которую он устанавливается.

Процедуры упаковки и маркировки соответствуют требованиям следующих стандартов.

- SEMI E49.6 «Руководство по процедурам сборки и испытания подсистем — системы из нержавеющей стали» для продуктов из нержавеющей стали
- SEMI F57 «Временные технические условия для полимерных компонентов, применяемых в системах подачи и распределения воды и жидких химических веществ сверхвысокой степени чистоты» для компонентов из пластмассы

## Справочная документация

### ASME

ASME B46.1 «Текстура поверхности (шероховатость, волнистость и направление неровностей поверхности)»

### ASTM

ASTM A262 «Стандартные рекомендации по определению подверженности аустенитной нержавеющей стали межкристаллитной коррозии»

ASTM A276 «Нержавеющие и термостойкие прутки и формы»

ASTM A380 «Очистка, удаление окалины и пассивация деталей, оборудования и систем из нержавеющей стали»

ASTM A479 «Нержавеющие и термостойкие прутки и формы для применения в котлах и других резервуарах под давлением»

ASTM A484 «Общие требования к нержавеющей и термостойким пруткам, заготовкам и поковкам»

ASTM A751 «Методы испытаний, рекомендации и терминология для химического анализа продуктов из стали»

ASTM D3294 «Стандартные технические условия для формованных листов и базовых фигур из фторопласта»

ASTM D4894 «Стандартные технические условия для пресс-порошков из фторопласта (PTFE) и материалов, выполненных методом поршневой экструзии» для фторопласта типа I, марки 1

ASTM E45 «Стандартные рекомендации по определению содержания включений в стали, метод А»

ASTM E214 «Рекомендации по иммерсионной ультразвуковой дефектоскопии методом отражения с использованием продольных импульсных волн»

ASTM E1558 «Электролитическая полировка образцов для металлографического исследования»

ASTM F1374 «Стандартный метод испытаний для определения уровня ионных или органических экстрагируемых веществ на внутренней поверхности — ионная хроматография / газовая хроматография / инфракрасная спектроскопия с Фурье-преобразованием для компонентов систем подачи и распределения газов»

ASTM F1397 «Стандартный метод испытаний для определения уровня влаги, выделяемой компонентами системы подачи и распределения газов»

ASTM F1398 «Стандартный метод испытаний для определения общего уровня углеводородов, выделяемых компонентами системы подачи и распределения газов»

ASTM G150 «Стандартный метод испытаний для электрохимической проверки критической температуры точечной коррозии нержавеющей сталей»

### ISO

ISO 14644-1 «Чистые комнаты и соответствующие контролируемые среды»

### SEMI

SEMI F20 «Технические условия для прутков, поковок, экструдированных форм, пластин и трубок из нержавеющей стали 316L для компонентов, применяемых в производстве полупроводников общего назначения, высокой и сверхвысокой степени чистоты»

SEMI E49.6 «Руководство по процедурам сборки и испытания подсистем — системы из нержавеющей стали»

SEMI E49.7 «Руководство по обеспечению чистоты при проектировании и производстве систем подачи и распределения воды и жидких химических веществ сверхвысокой степени чистоты, применяемых в полупроводниковом технологическом оборудовании»

SEMI F19 «Требования к состоянию соприкасающихся со средой поверхностей компонентов из нержавеющей стали»

SEMI F37 «Метод определения параметров шероховатости поверхности компонентов системы подачи и распределения газов»

SEMI F57 «Временные технические условия для полимерных компонентов, применяемых в системах подачи и распределения воды и жидких химических веществ сверхвысокой степени чистоты»

SEMI F60 «Метод проведения электронной спектроскопии для химического анализа (ESCA) состава соприкасающихся со средой поверхностей пассивированных компонентов из нержавеющей стали 316L»

SEMI F72 «Метод проведения электронной оже-спектроскопии (AES) для оценки оксидного слоя соприкасающихся со средой поверхностей пассивированных компонентов из нержавеющей стали 316L»

SEMI F73 «Метод проведения сканирующей электронной спектроскопии (SEM) для оценки состояния соприкасающейся со средой поверхности компонентов из нержавеющей стали»

## Введение

Начиная с 1947 г. компания Swagelok проектирует, разрабатывает и производит высококачественные изделия для трубопроводных систем общего назначения и специализированных трубопроводных систем, отвечая растущим потребностям мировых отраслей промышленности. Наша цель — понимание потребностей наших заказчиков, поиск своевременных решений и обеспечение дополнительной выгоды благодаря нашим изделиям и услугам.

Мы с удовольствием представляем это издание *Каталога изделий Swagelok* в простом и удобном для использования книжном формате, который объединяет более 100 отдельных каталогов изделий, технические бюллетени и справочные документы. Каждый каталог содержит наиболее актуальные данные на момент его выпуска в печать. Номера редакции указаны на последних страницах. Издание сменится последующими редакциями и будет опубликовано на веб-сайте Swagelok и в электронном инструменте «Техническая справочная документация» (electronic Desktop Technical Reference, eDTR).

Если вам нужна дополнительная информация, посетите веб-сайт Swagelok или обратитесь к представителю центра продаж и сервисного обслуживания компании Swagelok в вашем регионе.

## Информация о гарантии

На изделия Swagelok предоставляется ограниченная гарантия компании Swagelok на весь срок службы. Чтобы получить экземпляр условий гарантии, посетите веб-сайт [www.swagelok.ru](http://www.swagelok.ru) или обратитесь к своему уполномоченному представителю компании Swagelok.

**Подбор изделий с учетом требований безопасности**  
**При выборе изделия следует принимать во внимание всю систему в целом, чтобы обеспечить ее безопасную и бесперебойную работу. Соблюдение назначения устройств, совместимости материалов, надлежащих рабочих параметров, правильный монтаж, эксплуатация и обслуживание являются обязанностями проектировщика системы и пользователя.**

**⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**  
**Запрещается совместное использование и замена продуктов или компонентов Swagelok, на производство которых не распространяются отраслевые стандарты проектирования (в том числе торцевых соединений трубных обжимных фитингов Swagelok), продуктами или компонентами других производителей.**

Не все перечисленные ниже товарные знаки относятся к данному каталогу.  
Swagelok, Cajon, Ferrule-Pak, Goop, Hinging-Colleting, IGC, Kenmac, Micro-Fit, Nupro, Snoop, Sno-Trik, SWAK, VCO, VCR, Ultra-Torr, Whitey—TM Swagelok Company  
15-7 PH—TM AK Steel Corp.  
AccuTrak, Beacon, Westlock—TM Tyco International Services  
Aflas—TM Asahi Glass Co., Ltd.  
ASCO, El-O-Matic—TM Emerson  
AutoCAD—TM Autodesk, Inc.  
CSA—TM Canadian Standards Association  
Crastin, DuPont, Kalrez, Krytox, Teflon, Viton—TM E.I. duPont Nemours and Company  
DeviceNet—TM ODVA  
Dyneon, Elgiloy, TFM—TM Dyneon  
Elgiloy—TM Elgiloy Specialty Metals  
FM—TM FM Global  
Grafoil—TM Graftech International Holdings, Inc.  
Honeywell, MICRO SWITCH—TM Honeywell  
MAC—TM MAC Valves  
Microsoft, Windows—TM Microsoft Corp.  
NACE—TM NACE International  
PH 15-7 Mo, 17-7 PH—TM AK Steel Corp  
picofast—Hans Turck KG  
Pillar—TM Nippon Pillar Packing Company, Ltd.  
Raychem—TM Tyco Electronics Corp.  
Sandvik, SAF 2507—TM Sandvik AB  
Simriz—TM Freudenberg-NOK  
SolidWorks—TM SolidWorks Corporation  
UL—Underwriters Laboratories Inc.  
Xylan—TM Whitford Corporation  
© Swagelok Company, 2021 г.