

Spécification fabrication très haute pureté (SC-01)

Spécification SCS- Révision 00001—

Octobre 2002

Domaine d'application

Ce document spécifie les lignes directrices suivies par Swagelok pour la fabrication de produits très haute pureté polis électrolytiquement (UHP). Ce document ne suffit pas à lui seul. Il doit être utilisé en liaison avec les catalogues produits, les bulletins techniques et les rapports.

Conception

Les produits sont conçus en fonction de normes fonctionnelles spécifiques de l'industrie. Lorsque des résultats de tests spécifiques existent dans la documentation, les normes suivantes sont applicables :

- Analyse d'humidité conformément à la « Méthode ASTM F1397 de test standard pour la détermination de la contribution par les composants de systèmes de distribution de gaz à l'humidité »
- Analyse des hydrocarbures conformément à la « Méthode ASTM F1398 de test standard pour la détermination de la contribution totale hydrocarbure par les composants de systèmes de distribution de gaz »
- Propreté aux ions conformément à la « Méthode ASTM F1374 de test standard pour la détermination des extractibles ioniques/organiques des surfaces internes — IC/GC/FTIR des composants des systèmes de distribution de gaz »

Guide des matériaux

L'acier inoxydable est le matériau préféré de l'industrie pour les produits UHP pour ses propriétés de résistance à la corrosion et à l'oxydation. L'acier inoxydable bas carbone AISI type 316L (UNS S31603), est très couramment utilisé dans l'industrie pour sa résistance à la corrosion intergranulaire qui intervient après le soudage ou un recuit de stabilisation. Les sièges de vannes, les membranes, les joints et les joints toriques sont disponibles en divers matériaux pour répondre aux impératifs de compatibilité chimique des clients.

- L'acier inoxydable en barre est conforme aux normes suivantes :
 - ASTM A479, « Barres et profilés inox résistant à la chaleur pour fabrication des chaudières et autres récipients à pression »
 - ASTM A484, « Spécification des exigences générales pour barres, billettes et pièces forgées en acier inoxydable résistant à la chaleur »
 - ASTM A276, « Barres et profilés en acier inoxydable résistant à la chaleur »
- La première transformation de l'acier est soit la décarburation argon oxygène (AOD) soit la fusion par induction sous vide (VIM). Une deuxième fusion telle que la fusion par arc sous vide (VAR) peut être utilisée en vue d'une plus haute propreté des composants en contact avec le produit.
- Les éléments clés de la composition chimique ont été modifiés par Swagelok pour renforcer les propriétés de l'acier inoxydable ; voir tableau 1.

Tableau 1 : Spécifications Swagelok (pourcentage en poids)

Élément	Swagelok 316 AOD	Swagelok 316L AOD	Swagelok 316 VAR	Swagelok 316L VIM/VAR
C (carbone)	De 0,035 à 0,050	0,030 max	De 0,015 à 0,030	De 0,015 à 0,030
S (soufre)	De 0,020 à 0,030	De 0,020 à 0,030	De 0,005 à 0,012	De 0,005 à 0,010
Mn (manganèse)	De 1,50 à 2,00	De 1,50 à 2,00	De 1,00 à 1,50	De 0,15 à 0,40

- La vérification des matériaux bruts comprend les points suivants, sans en exclure d'autres:

La conformité matériau est vérifiée conformément à la méthode A de la norme ASTM A262, « Méthodes normalisées pour la détection de la vulnérabilité des aciers inoxydables austénitiques à une attaque intergranulaire ».

La composition chimique est vérifiée conformément à la norme ASTM A751, « Méthodes de test, pratiques et terminologie pour l'analyse chimique des aciers ».

La qualité en surface est vérifiée par un test ultrasonique conformément à la norme ASTM E214, « Pratique de test ultrasonique immergé par la méthode de réflexion utilisant les ondes longitudinales pulsées » ou par un test de courant de Foucault effectué conformément aux normes Swagelok.

Les inclusions sont détectées en effectuant un test JK conformément à la norme ASTM E45, « Pratique normalisée pour la détermination de la teneur en inclusions de l'acier, Méthode A », avec valeurs nominales basées sur la plaque III.

Fabrication et état de surface

Pendant la fabrication, les dimensions et les états de surfaces sont contrôlés de près. Chaque composant usiné présente un état de surface extrêmement fin, des transitions douces, des passages entièrement balayés et des embouts à souder d'équerre pour minimiser le nombre de particules piégées.

- La rugosité de surface/le critère de fini sont basés sur la norme SEMI E49.9, « Guide pour les systèmes de distribution de gaz à très haute pureté pour les équipements de fabrication de semi-conducteur ».
 - La mesure de la rugosité, R_a , est définie par la norme ASME B46.1, « Texture de surface (Rugosité de surface, ondulations et pas) », en tant que moyenne arithmétique des valeurs absolues des déviations de hauteur de profil enregistrées dans la longueur d'évaluation et mesurées à partir de la ligne moyenne.
 - Les produits Swagelok très haute pureté sont fabriqués avec un état de surface de R_a de $0,13 \mu\text{m}$ ($5 \mu\text{po.}$) à l'exception des produits suivants qui ont un R_a de $0,20 \mu\text{m}$ ($8 \mu\text{po.}$) :
Vannes à soufflet séries BN et HB
Vannes à membrane séries DL et DS
 - Les valeurs Swagelok de rugosité publiées dans les catalogues produits font référence à la moyenne de production, ou la valeur de rugosité qui représente la moyenne arithmétique pour un processus de fabrication donné.
 - La rugosité ou fini de surface est vérifiée à l'aide d'un instrument de profilage adéquat conformément à la norme ASME B46.1. Les mesures sont prises sur la longueur maximale disponible du raccord ou de l'orifice de vanne, en excluant les surfaces coniques, les intersections ou les soudures.
-

Polissage électrolytique et passivation

Les surfaces des raccords ou corps de vannes en contact avec le produit sont polies électrolytiquement pour améliorer l'état de surface et pour former une couche superficielle d'oxyde de chrome résistante à la corrosion. Après le polissage électrolytique, toutes les surfaces sont passivées pour éliminer l'acier libre.

- Les procédés de polissage électrolytique sont basés sur la norme ASTM E1558, « Polissage électrolytique d'échantillons métallographiques » et utilisent des fixations à la demande.
- Les procédés de passivation sont basés sur la norme ASTM A380, « Nettoyage, décalaminage et passivation des pièces, des équipements et des systèmes en acier inoxydable ».
- La vérification du polissage électrolytique et de la passivation est effectuée conformément au tableau 2.

Tableau 2 : Méthodes et spécifications de vérification

Paramètre	Spécification	Méthode de test
Chrome-à-fer (Cr/Fe)	Rapport $\geq 2,0$	ESCA (Spectroscopie électronique pour analyse chimique) sur la base de SEMASPEC 90120403B
Oxyde de chrome - à- oxyde de fer (CrO/FeO)	Rapport $\geq 2,0$	
Epaisseur d'oxydation	20Å ^①	AES (Spectroscopie électronique Auger) sur la base de SEMASPEC 90120573B
Analyse de défaut	Maximum de 40 défauts, sur 5 zones d'échantillonnage ^②	SEM (Microscopie électronique à balayage) sur la base de ASTM F1372
Apparence	Toutes les pièces doivent être polies miroir, avec rugosité régulière et un fini lustré uniforme ^③	Les pièces finies sont inspectées visuellement à l'œil nu en utilisant une lumière vive complémentaire

① Moyenne process

② Ne s'applique pas aux corps des séries HB, BN, DS, DL ou LD.

③ Ne s'applique pas aux configurations « spéciales » ou aux corps des séries HB, BN, DS, DL ou LD.

NOTA IMPORTANT SUR LE PROCESS : Tous les produits très haute pureté polis électrolytiquement sont traités conformément aux lignes directrices des sections précédentes (Conception, directives matériaux, Fabrication et fini de surface, et polissage électrolytique et passivation) de ce document. Les références produits qui comportent un code « P1 » font référence aux exigences de la spécification Swagelok, « Nettoyage et emballage spéciaux (SC-11) », pour le nettoyage, l'assemblage et les tests. Les références produits qui comportent seulement un code « P » suivent les indications dans la suite du présent document pour les exigences de nettoyage, d'assemblage et de tests, et d'emballage.

Nettoyage et séchage

Le système de traitement de l'eau déionisée est fermé à l'environnement extérieur et limite ainsi la contamination par particules. Les produits cheminent via une série de tanks de lavage ultrasonique et de rinçages multiples à l'eau déionisée vers une chambre de séchage. Les caractéristiques de l'eau déionisée ont pour base les directives SEMI E49.6, « Guide pour procédures d'assemblage des sous-systèmes et de test—Systèmes acier inoxydable ».

Tableau 3 : Caractéristiques de l'eau déionisée

Caractéristique	Possibilités Swagelok
Résistivité	$\geq 17,5 \text{ M}\Omega/\text{cm}$ @ 25°C (77°F)
Carbone organique total (COT)	$\leq 20 \text{ ppb}$
Silice	$\leq 5 \text{ ppb}$
Bactéries	$\leq 10 \text{ colonies}/100 \text{ millilitre}$
Température de l'eau déionisée chaude	60°C (140°F) minimum

Assemblage et tests

Pour protéger les pièces de la contamination en suspension dans l'air, elles sont protégées et transportées directement depuis le système de nettoyage établi vers un environnement propre pour l'assemblage et les tests.

- Les zones propres sont vérifiées pour leur teneur en particules et classées conformément à la norme ISO 14644-1, « Salles blanches et environnements contrôlés associés ». Les valeurs indiquées de comptage des particules représentent les limites de concentration maximale (particules/m³ d'air) de particules $\geq 0,5 \mu\text{m}$.
- La classification Swagelok conforme à la norme ISO 14644-1 est indiquée au tableau 4.

Tableau 4 : Classifications salle blanche et zone de travail

Emplacement du test	Norme fédérale 209E	ISO 14644-1 (Particules/m ³)
Salle blanche	Classe 100	Classe 5 (3520)
Zones de travail, hottes de flux laminaire et salle de réception	Classe 10	Classe 4 (352)

- Des exigences spécifiques de tests et de résultats de performance de produit sont disponibles dans le catalogue produit.

Emballage et identification

Les produits Swagelok sont emballés en salle blanche pour les maintenir exempts de contaminants externes pendant le transport. Les informations d'identification et de traçabilité sont visibles sans ouvrir l'emballage du produit afin de diminuer les risques de contamination du produit et du système sur lequel il doit être monté. Les procédures d'emballage et d'identification sont conformes aux exigences de la norme SEMI E49.6, « Guide pour les procédures d'assemblage de sous-systèmes et de tests—Systèmes acier inoxydable ».

Documents de référence

ASME B46.1, « Texture de surface (Rugosité de surface, ondulations et pas) ».

ASTM A262, « Méthodes normalisées pour la détection de la vulnérabilité des aciers inoxydables austénitiques à une attaque intergranulaire ».

ASTM A276, « Barres et profilés en acier inoxydable résistant à la chaleur ».

ASTM A380, « Nettoyage, décalaminage et passivation des pièces, des équipements et des systèmes en acier inoxydable ».

ASTM A479, « Barres et profilés inox résistant à la chaleur pour fabrication des chaudières et autres récipients à pression ».

ASTM A484, « Spécification des exigences générales pour barres, billettes et pièces forgées en acier inoxydable résistant à la chaleur ».

ASTM A751, « Méthodes de test, pratiques et terminologie pour l'analyse chimique des aciers ».

ASTM E45, « Pratique normalisée pour la détermination de la teneur en inclusions de l'acier, Méthode A ».

ASTM E214, « Pratique de test ultrasonique immergé par la méthode de réflexion utilisant les ondes longitudinales pulsées ».

ASTM E1558, « Polissage électrolytique d'échantillons métallographiques ».

ASTM F1372, « Méthode de test normalisée pour l'analyse de l'état de surface des composants de système de distribution de gaz par microscope électronique à balayage ».

ASTM F1374, « Méthode de test standard pour la détermination des extractibles ioniques/organiques des surfaces internes IC/GC/FTIR des composants des systèmes de distribution de gaz ».

ASTM F1397 « Méthode de test standard pour la détermination de la contribution à l'humidité par les composants de systèmes de distribution de gaz ».

ASTM F1398 « Méthode de test standard pour la détermination de la contribution totale hydrocarbure par les composants de systèmes de distribution de gaz ».

ISO 14644-1, « Salles blanches et environnements contrôlés associés ».

SEMASPEC 90120403B, « Méthode de test pour l'analyse XPS de la composition de la surface et de la composition chimique des tubes acier inoxydable polis électrolytiquement pour composants de systèmes de distribution de gaz ».

SEMASPEC 90120573B, « Méthode de test pour l'analyse AES des compositions de surface et d'oxyde des tubes acier inoxydable polis électrolytiquement pour composants de systèmes de distribution de gaz ».

SEMI E49.6, « Guide pour procédures d'assemblage des sous-systèmes et de test—Systèmes acier inoxydable ».

SEMI E49.9, « Guide pour les systèmes de distribution de gaz à très haute pureté pour les équipements de fabrication de semi-conducteurs ».