

Document Number	HSF-TrainingE16	First Release Date	03.09.2025	Does Not Contain ITAR Controlled Data
Revision Number	01	Revision Date		Cancelled Revision

## 1. GENEL

- 1.1. Havacilik metalleri icinde en onemli hammaddelerden biri Titanyum Alasimlardir. Hem kullanım yeri hem de titanyumun kendine oz yapisi nedeniyle HSF Kalite Yonetim Ekibi bu egitim dokumaninin hazirlanmasini uygun gormustur.
- 1.2. Bu egitim dokumani "HSF Corrosion Prevention and Control Planning Policy" ve "Hydrogen Embrittlement" dokumanlarinin bir parcasidir ve bu dokumanin tam anlasilabilmesi icin kullanicinin mutlaka bu uc dokumani birlikte degerlendirmesi gerekir.
- 1.3. Bu egitim dokumani SAE ARP982 (Rev.E) Dövmе Titanyum Alaşımılı Ürünlerde Gerilim-Korozyon Çatlaklarının En Aza İndirilmesi teknik dokumani ve SAE AS1814 (Rev.E) Titanyum Mikro Yapilari İcin Terminoloji standardi temel alınarak hazirlanmistir.
- 1.4. Risk Degeri: HSF Kalite Yonetim Sistemi (QMS), "Korozyon"nu en siddetli risk faktorleri arasinda tanimlamistir ve aktif Korozyon Onleyici Tedbirler uygulamaktadir.
- 1.5. HSF, korozyon etkilerini felaket seviyesindeki kusurlar olarak kabul eder ve tum korozyon onleme politikalari 7x24 aktif olarak uygulanir.
- 1.6. Kullanici Seviyesi: Bu belgenin kullanici seviyesi tum operatorler, muhendisler ve takim liderleridir.
- 1.7. Online Ziyaretci Sorumlulugu: Bu dokumanda yer alan bilgiler HSF fabrikaalani ve uretim surecleri dikkate alınarak hazirlanmistir. Online ziyaretçiler bu dokumanda yer alan bilgileri kendi kapasiteleri kapsaminda kullanmasindan sorumludur, HSF'nin her hangi bir sorumlulugu yoktur.
- 1.8. Hidrojen, tum metallerde orta derecede cozunur. Çok kucuk bir atom yapisindadir ve metalin kristallerindeki metal atomlarının arasina yerlesir. Bu durum metallarin korozyon direncinin de temelidir.

Korozyon, genellikle urun tedarik edildikten bir sure sonra sistemin calismasini etkileyen, uzun vadeli, yıkici bir sorundur. **Erken uretim asamasi korozyon etkileriyle mücadele etmek icin en iyi zamandır.**

Karbon celigi, super alasimlar, paslanmaz celik, cinko, bakir ve alüminyum gibi havacilik imalatında yaygın olarak kullanılan metallerde, tipik korozyon sureci, urunu ve takılan bileşeni etkileyen yavaş ve hayati sonuçlar dogurarak ortaya çıkabilir.

## 2. GERILIM KOROZYON CATLAGI

- 2.1. Gerilim Korozyon Catlagi (SCC), uzun sureli çekme gerilmeleri ve korozyonun bir araya gelerek erken hasara yol acmasi olarak tanımlanır. Baska bir tanımla, statik çekme gerilmesi ve kimyasal ortamın birlesik etkilerinin bir metalde hasara yol acmasi ve ince catlakların başlamasına ve yayılmasına neden olmasidir.
- 2.2. Bir hammaddenin gerilim korozyon catlamasına karsi bagil direnci ve termomekanik durumu (isil islem veya calisma sertligi derecesi) asagidaki tanımlamalara gore kategori edilmektedir:

## 1. GENERAL

- 1.1. Titanium alloys are one of the most important raw materials among aviation metals. Due to both its intended use and titanium's unique structure, the HSF Quality Management Team deemed the preparation of this training document appropriate.
- 1.2. This training document is a part of the "HSF Corrosion Prevention and Control Planning Policy" and "Hydrogen Embrittlement" documents, and the user must evaluate these three documents together to fully understand this document.
- 1.3. This training document has been prepared based on the technical document SAE ARP982 (Rev.E) Minimizing Stress-Corrosion Cracking in Wrought Titanium Alloy Products and SAE AS1814 (Rev.E) Terminology for Titanium Microstructures.
- 1.4. Risk Value: The HSF Quality Management System (QMS) has identified "Corrosion" as one of the most severe risk factors and implements active Corrosion Prevention Measures.
- 1.5. HSF accepts the corrosion effects as catastrophic-level failures, and all anti-corrosion policies are 7x24 actively implemented.
- 1.6. User Level: The user level of this document is the all-level operators, engineers, and team leaders.
- 1.7. Online Visitor Responsibility: The information in this document has been prepared considering the HSF factory area and production processes. Online visitors are responsible for using the information in this document within their own capacity, HSF has no responsibility.
- 1.8. Hydrogen dissolves in all metals to a moderate extent. It is a very small atom and fits in between the metal atoms in the crystals of the metal. This is also the basis of the corrosion resistance of metals.

Corrosion is a long-term catastrophic issue that usually impacts system operation sometime after the product is procured. **The early production phase is the best time to combat the corrosion effects.**

With the metals commonly used in aerospace manufacturing, such as carbon steel, super alloys, stainless steel, zinc, copper, and aluminum, the typical corrosion process can occur as slow and vital results affecting the product to the component installed.

## 2. STRESS-CORROSION CRACKING

- 2.1. Stress Corrosion Cracking (SCC) is defined as the combined action of sustained tensile stresses and corrosion to cause premature failure. Or another definition is the failure of a metal caused by the combined effects of static tensile stress and a chemical environment, leading to the initiation and propagation of fine cracks.
- 2.2. The relative resistance of a material and its thermomechanical condition (heat treatment or degree of work hardening) to stress corrosion cracking is characterized by the following terms:

Document Number	HSF-TrainingE16	First Release Date	03.09.2025	Does Not Contain ITAR Controlled Data
Revision Number	01	Revision Date		Cancelled Revision

- 2.2.1. SCC'ye Karsi Dusuk Direnc:** Malzeme ve durum genellikle gerilim korozyon catlamasina karsi hassasdir.
- 2.2.2. SCC'ye Orta Direnc:** Malzeme ve durum genellikle gerilim korozyon catlamasina karsi hassas degildir, ancak yuksek gerilimli veya agresif ortam kosullarinin gerilim korozyon catlamasina neden oldugu gosterilmisdir.
- 2.2.3. SCC'ye Yuksek Direnc:** Malzeme ve durum, genis bir yelpazedeki maruz kalma ortamlarinda gerilim korozyon catlamasi gosterme olasiligi dusuktur.
- 2.3.** SCC, titanyum alasimlarinda cesitli ortamlarda meydana gelir, ancak calisma kosullari altinda meydana gelen arizalarin sayisi çok azdir.
- 2.4. Gerilim korozyonu kusurlarinin iki temel olusum sekli sicak tuz catlagi ve oda sicakligi catlagidir; ikincisi hem sulu hem de metanol klorur ortamlarinda meydana gelir.**
- 2.5.** Ayrica bazi sivi ve kati metallerle ve bazi gazlarla dogrudan temas halinde olan alasimlarda cevresel bozulmalar meydana gelebilmektedir.
- 2.6. SCC** icin surec hammaddenin ilk dokum asamasindan uygulama (veya kullanim) yerindeki cevresel ve fiziksel kosullara bagli olarak gerceklesebilir.
- Uygun fiziki ve cevresel kosullar altinda tum metal alasimler gerilim-korozyon catlamasina maruz kalir; titanyum alasimleri da bu kuralin bir istisnası degildir. Ozellikle titanium alasimlarin kullanim yeri (motor) hassasiyetine bagli olarak **SCC** titanium alasimleri icin hayati bir konudur.
- 2.7.** Catlaklar genellikle cekme gerilimine dik duzlemlerde olusur ve taneler arasi veya taneler karsiti seklinde yayilir ve/veya dallanabilir.
- 2.8. SCC**, korozyonun ciddi (kritik ve hayati) boyutudur; çok az metal deformasyonu ile belirgin bir mekanik mukavemet kaybina neden olur; hasar, siradan bir incelemeyle belirgin degildir ve gerilim korozyon catlaklari, mekanik hizli kirlmeye ve bileşenlerin ve yapıların felaketle sonuçlanan arizalarına yol acabilir.
- 2.9.** Gerilim sadece kullanim kosullarina bagli da degildir, uygulama kosullari da gerilim uzerinde etkisi bulunmaktadır. Yani bir baglanti elemanı montaj yerindeki kullanim kosullarından kaynakli gerilim kadar ilgili parçanın ısı işlem sonrası soğutma sivi uygulamasındaki soğutma da **SCC** uzerinde etkilidir.

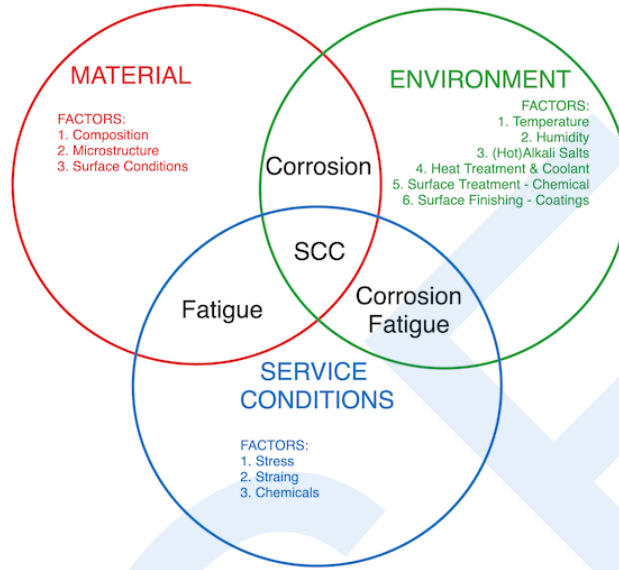
### 3. SCC OLUSUMU

- 3.1.** Genel olarak **SCC**'nin olusumu, uc kosulun ayni anda saglanmasina baglidir:
- 3.1.1.** hassas malzeme yapisi (lutfen 1.8.'e bakin),
- 3.1.2.** bu malzemede **SCC**'ye neden olan bir ortam,
- 3.1.3.** **SCC**'yi tetikleyecek yeterli cekme gerilimi.

- 2.2.1. Low Resistance to SCC:** The material and condition are generally susceptible (sensitive) to stress corrosion cracking.
- 2.2.2. Moderate Resistance to SCC:** The material and condition are not generally susceptible to stress corrosion cracking, but conditions of high stress or aggressive environments have been shown to result in stress corrosion cracking.
- 2.2.3. High Resistance to SCC:** The material and condition are not likely to exhibit stress corrosion cracking under a wide range of exposure environments.
- 2.3.** The **SCC** occurs in titanium alloys in a number of environments, although the number of failures that have occurred under service conditions is very small.
- 2.4.** The two principal forms of stress corrosion failure are hot salt cracking and room temperature cracking, the latter occurring in both aqueous and methanolic chloride environments.
- 2.5.** In addition, environmental failures can occur in alloys in direct contact with some liquid and solid metals and certain gases.
- 2.6.** For the **SCC**, it can take place from the initial casting stage of the raw material to the application (or use) area, depending on the environmental and physical conditions.
- All metal alloys may undergo stress-corrosion cracking under suitable physical and environmental conditions; the titanium alloys are no exception to this problem. Especially depending on the application (engine) area of the titanium alloys, the **SCC** has catastrophic issue for titanium alloys.
- 2.7.** The cracks are generally formed in planes normal to the tensile stress, and they propagate inter-granularly or trans-granularly and/or may be branched.
- 2.8. SCC** is an insidious (critical and catastrophic) form of corrosion; it produces a marked loss of mechanical strength with little metal loss; the damage is not obvious to casual inspection, and the stress corrosion cracks can trigger mechanical fast fracture and catastrophic failure of components and structures.
- 2.9.** Stress isn't just dependent on usage conditions; application conditions also have an impact on stress. In other words, the stress caused by usage conditions at the mounting location of a fastener, as well as the stress caused by the application of coolant after heat treatment, also has an impact on **SCC**.

### 3. THE OCCURRENCE of SCC

- 3.1.** Generally, the occurrence of **SCC** depends on the simultaneous achievement of three requirements:
- 3.1.1.** a susceptible material (please see 1.8.),
- 3.1.2.** an environment that causes **SCC** for that material,
- 3.1.3.** sufficient tensile stress to induce **SCC**.



### 3.2. KOSULLAR:

Titanyum alasimlarında SCC oluşumu aşağıdaki koşulların varlığıyla gözlemlenebilir:

- 3.2.1. Sürekli Yüksek Yüzey Çekme Gerilimi:** Montaj gerilmeleri veya ısıtma işlemi veya şekillendirmeden kaynaklanan kalıntı gerilmeler (veya önceden var olan bir çatlağın kökündeki çekme gerilimi yoğunlaşmasının ürettiği düzlemsel gerilim) sonucu oluşan sürekli yüksek yüzey çekme geriliminin varlığı.
- 3.2.2. Çevresel Koşullar:** İnceleme yapılan materyelerde kendilerine özgü çevresel koşulların (ortam, sıcaklık, gerilim, zaman) varlığı çatlama sürecini etkilediği görülmüştür. Titanyum alasimli parçalarda gerilim çatlamasının meydana gelebileceği çeşitli ortam türleri bulunmaktadır. Bu ortamlar ve her türde çatlamaya yatkın olduğu bilinen alasimler şunlardır:
- 3.2.2.1. Puruzsuz İşlenmiş Bileşenler:** Puruzsuz işlenmiş bileşenlerde çatlama, yeterince yüksek uygulanan gerilimde meydana gelebilir.
- 3.2.2.2. Tuzlar:** Alkali tuzları ve diğer bazı metallerin halojenür tuzları 260 °C'nin (oksijen ve su buharı) üzerindeki sıcaklıklarda katkıda bulunan faktörlerdir. Genel olarak, piyasada bulunan tüm titanyum alasimlerinin sıcak tuz çatlamasına duyarlı olduğu düşünülmektedir.
- 3.2.2.3. Maddeler:** Gümüş, kadmiyum ve cıvanın titanyum alasimlerinde çatlamaya neden olduğu bilinmektedir; çatlama için sıcaklık (oda içi bile) ve gerilim sınırları kesin olarak belirlenmemiştir ve bu nedenle dikkatli olunmalıdır.
- 3.2.2.4. Metil Alkol (Metanol):** Titanyumun metanolde SCC'ye duyarlılığı oda sıcaklığında (20 °C [68 °F]) en yüksektir ve artan sıcaklıklar SCC duyarlılığını azaltır. Çatlama süresi, halojenürlerin, asitlenmenin veya güçlü oksitleyicilerin varlığıyla azalır. Çoğu titanyum alasimi için metanol çözeltilerine uzun süre maruz kalma

### 3.2. CONDITIONS:

SCC failures of titanium alloy parts are possible if the following combination of factors is met:

- 3.2.1. Sustained High Surface Tensile Stress:** Presence of a sustained high surface tensile stress developed as a result of assembly stresses or residual stresses due to heat treatment or forming (or plane strain produced by the tensile stress concentration at the root of a preexisting crack).
- 3.2.2. Environmental Conditions:** Presence of environmental conditions (media, temperature, stress, time) specific to the material under consideration. There are several types of environments in which stress cracking of titanium alloy parts may occur. These environments and the alloys currently known to be susceptible to cracking in each type are:
- 3.2.2.1. Smooth Machined Components:** Cracking of smooth machined components may occur at sufficiently high applied stress.
- 3.2.2.2. Salts:** Alkali salts and halide salts of some other metal above 500 °F (260 °C (oxygen and water vapor) are contributing factors. In general, all commercially available titanium alloys are believed to be susceptible to hot salt cracking.
- 3.2.2.3. Substances:** Silver, cadmium, and mercury have been found to promote cracking in titanium alloys; temperature (even room) and stress limits for cracking have not been firmly established, and caution should therefore be exercised.
- 3.2.2.4. Methyl Alcohol (Methanol):** Susceptibility of titanium to SCC in methanol is the greatest at room temperature (68 °F [20 °C]), with increasing temperatures resulting in decreased SCC susceptibility. Time to cracking is decreased by the presence of halides, acidification, or presence of strong oxidizers. A minimum water content

Document Number	HSF-TrainingE16	First Release Date	03.09.2025	Does Not Contain ITAR Controlled Data
Revision Number	01	Revision Date		Cancelled Revision

sirasinda SCC'yi onlemek icin minimum %3 agirlik su içerigi yeterlidir.

**3.2.2.5. Azot Tetroksit (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>):** 30 ila 75 °C (86 ila 167 °F) sicaklik araliginda olculebilir miktarda Nitrojen Oktit (NO) icermeyen N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> iceren titanyum 6Al-4V tanklari, gerilim korozyonuna maruz kalmisdir. Diger titanyum alasimleri da bu duruma duyarlidir. Gerilim Catlagi, itici gaz sinifi N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>'te %0,4 ila %0,8 oranında NO bulunmasiyla engellenir.

**3.2.2.6. Kirmizi Dumanli Nitrik Asit,** titanyumda karsilasilan erken gerilim korozyon sorunlarından birine neden olmusdur. %1,5'ten az su ve %10 ila %20'den az Azot Dioksit (Azot Dioksit) (NO<sub>2</sub>) iceren kirmizi dumanli nitrik asidin metale agresif bir sekilde saldirdigi ve piroforik bir reaksiyona neden oldugu belirlenmiştir.

**3.2.3. Kirilgan Catlama Ortamlari:** Onceden var olan bir catlak, bilesen geometrisi duz gerilim kosullari olusturacak sekildeyse, uygulanan gerilim altında yayilabilir. Ticari olarak saf alasimler gibi dusuk oksijenli, dusuk demirli titanyum haric, tum titanyum alasimlerinin bir dereceye kadar bu duyarlilikiga sahip oldugu dusunulmektedir. Asagidaki ortamlar bu duyarlilikiga neden olabilir:

**3.2.3.1. Alkali Halojenurlerin Sulu Cozeltileri:** halojenür tuzu konsantrasyonunun alt sınırı kesin olarak belirlenmemiştir ve saf suda bile hassasiyet vardır, dikkatli olunmalıdır.

**3.2.3.2. Saf Organik Sivilar:** Bircok organik sivi, ozellikle susuz metanol ve halojenli hidrokarbonlar, bir dereceye kadar duyarlilikiga neden olur.

**3.2.3.3. Civa ve Kadminyum**

*of 3 wt.% is sufficient to prevent SCC for most titanium alloys during sustained exposure to methanol solutions.*

**3.2.2.5. Nitrogen Tetroxide (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>):** Titanium 6Al-4V tankage holding N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> with no measurable amounts of Nitrogen Oxide (NO) in a temperature range of 86 to 167 °F (30 to 75 °C) has failed by stress corrosion. Other titanium alloys are also susceptible. Stress Cracking is inhibited by the presence of 0.4 to 0.8% NO in propellant-grade N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.

**3.2.2.6. Red Fuming Nitric Acid** caused one of the early stress-corrosion problems encountered with titanium. It has been determined that red fuming nitric acid with less than 1.5% water and less than 10 to 20% Nitrogen dioxide (Azot Dioksit) (NO<sub>2</sub>) will aggressively attack the metal and result in a pyrophoric reaction.

**3.2.3. Brittle Cracking Environments:** a preexisting crack may propagate under applied stress, provided component geometry is such as to produce plane strain conditions. All titanium alloys are believed to be susceptible in some degree, with the exception of low-oxygen, low-iron titanium such as the commercially pure alloys. The following environments may produce this susceptibility:

**3.2.3.1. Aqueous Solutions of Alkali Halides:** the lower limit of halide salt concentration has not been firmly established, and caution, even in pure water, should be exercised.

**3.2.3.2. Pure Organic Liquids:** Many organic liquids, notably anhydrous methanol and halogenated hydrocarbons, also produce susceptibility to some degree.

**3.2.3.3. Mercury and Cadmium**

#### 4. CALISMA KOSULLARINDA PERFORMANCE

Gerilim Korozyon Catlagi (SCC) en cok asagidaki durumlarda gozlenir:

**4.1. Metil alkol veya Nitrojen Oktit (NO) icermeyen Azot Tetroksit (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) iceren** yuksek gerilimli basincli kaplarda titanyum alasimlerinde siddetli gerilim-korozyon catlagiyla karsilasilmisdir.

**4.2. Isil islem sirasinda halojenur tuzlarına maruz kalan islenmis titanyum parçalarda** kucuk catlaklar gorulmusdur (3.2.2.2. maddesine bakin).

HSF isil islem sogutma sivisi olarak kullandigi tum polymerlerde titanyum alisim duyarlilik ve varsa deneme sonuc degerini ister.

**4.3. Ozellikle Ti-6Al-4V-ELI ve Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo** alasimleri dusuk duyarlilik gostermektedir.

#### 4. PERFORMANCE UNDER SERVICE CONDITIONS

**Stress Corrosion Cracking (SCC) is most observed in the following situations:**

**4.1. Severe stress-corrosion cracking of titanium alloys has been encountered in highly stressed pressure vessels containing methyl alcohol or Nitrogen Tetroxide (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) free of Nitrogen Oxide (NO).**

**4.2. Small cracks have been seen in wrought titanium components exposed to halide salts during heat treatment (see 3.2.2.2. article).**

**HSF requires titanium alloy sensitivity and, if available, trial result values in all polymers used as heat treatment coolant.**

**4.3. The alloys Ti-6Al-4V-ELI and Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo in particular exhibit low susceptibility.**

#### 5. GERILIM KOROZYON CATLAGI (SCC) ONLEYICI TEDBIRLER

##### 5.1. Hammadde Secimi:

**5.1.1. Hammaddeler,** kullanilacaklari ortama gore gerilim korozyonuna karsi yeterli direnc saglayacak sekilde secilmelidir.

HSF QCPA politikasina gore, aksi belirtilmedigi surece, tum proje surecleri icin hammadde secimi musteriler ve/veya

#### 5. STRESS CORROSION CRACK (SCC) PREVENTIVE MEASURES

##### 5.1. Raw Material Selection:

**5.1.1. Alloys should be selected that offer adequate resistance to stress corrosion for the environment in which they are to be used.**

**According to the HSF QCPA policy, unless otherwise specified, the raw material selection of all project processes is conducted**

Document Number	HSF-TrainingE16	First Release Date	03.09.2025	Does Not Contain ITAR Controlled Data
Revision Number	01	Revision Date		Cancelled Revision

uretim standardi ve/veya tedarik standardina bagli olarak yurutulur.

*depending on customer requirements and/or production standard and/or procurement standard.*

## 5.2. Isil Islem Sogutma Sivisi

## 5.2. Heat Treatment Coolant

5.2.1. HSF, aksi musterilerinde belirtilmedigi surece, titanyum alaşımı parçaların isil islem surecleri için **SAE AMS2801** ve **SAE AMSH81200** standartlarını temel almaktadır.

5.2.1. HSF manages on **SAE AMS2801** and **SAE AMSH81200** standards for heat treatment processes of titanium alloy parts, unless otherwise specified in customer criteria.

5.2.2. Isil islem surecinde uygulanan sogutma sivinin sicakligi hayati rol oynamaktadır. Sicaklik degeri artmis sogutma sivileri titanium hammaddenin micro yapısında degisiklige ve hidrojen molokullerinin hammadde micro yapısına yerlesmesine neden olur.

5.2.2. The temperature of the coolant applied during the heat treatment process is critical. Higher temperatures in coolants cause changes in the microstructure of the titanium raw material and the localization of hydrogen molecules within the raw material microstructure.

## 5.3. Tasarim

## 5.3. Design

5.3.1. Titanium alisim iceren komponentlerin tasarımlarında en cok dikkat edilmesi gereken nokta kullanım kosullarında bu komponentlerin maruz kalacağı stress, fatigue ve strain kosullarının dogru belirlenmesidir.

5.3.1. The most important point when designing components containing titanium alloys is accurately determining the stress, fatigue, and strain conditions to which these components will be exposed during use.

5.3.2. Bu parçaların isleme sureclerinin ve varsa isil islem, yuzey hazirlama, kaplama gibi ozel sureclerinin uygulama degerleri tam belirlenmelidir.

5.3.2. The machining of the parts, and the application values of any special processes such as heat treatment, surface preparation, and coating, must be determined.

## 5.4. Kimyasallar

## 5.4. Chemicals

5.4.1. Kimyasal temizlemenin temel amaclarından biri metal üzerindeki "**Metal Klorur**" ve "**Korozyon**" olusumunu onlemektir.

5.4.1. One of the main purposes of chemical cleaning is to prevent the formation of "**Metal Chloride**" and "**Corrosion**" on the metal.

5.4.2. Yuzey hazirlama (ultrasonic ve buharli) sureclerinde titanyum alasimlar direk kimyasala maruz kalir. Bu sureclerde kullanılacak temizleyici solventlerin turu, solventin uygulama miktarı ve karışımın uygulama suresi mutlaka uretici talimatları dikkate alınarak yapılmalıdır.

5.4.2. Titanium alloys are directly exposed to chemicals during surface preparation (ultrasonic and vapor) processes. The type of cleaning solvent used, the amount applied, and the application time must be determined in accordance with the manufacturer's instructions.

5.4.3. Temizlik için deiyonize su ve halojeniz organik cozuculer solventler (metil etil keton ve aseton gibi), **metil alkol haric**, guvenle kullanılabilir.

5.4.3. Deionized water and nonhalogenated organic solvents (such as methyl ethyl ketone and acetone), **except for methyl alcohol**, can safely be used for cleaning.

5.4.4. Klorlu hidrokarbonlar veya klorlu hidrokarbonların kalıntıları, yuksek sicaklıklarda bazı titanyum alisilerinin catlamasına neden olabilir.

5.4.4. Chlorinated hydrocarbons or the residues of chlorinated hydrocarbons can cause cracking of certain titanium alloys at elevated temperatures.

5.4.5. Bu tur catlamaların gorulme sikligi dusuk olsa da, isil islemden once kalıntılarının giderilmesi için onlemler alınmalıdır.

5.4.5. Although the incidence of such cracking is low, precautions should be taken to remove residues prior to heat treatment.

5.4.6. Titanium alisimli bileşenler, halojenli organik sivilerin yuksek sicaklik buharlarına maruz bırakılmamalıdır.

5.4.6. Titanium alloy components should not be exposed to high-temperature vapors of halogenated organic fluids.

5.4.7. **Kimyasal Temizleme ve Trikloroeten ve Tetrakloretilen (Perkloroetilen)**

5.4.7. **Chemical Cleaning and Trichloroethylene and Tetrachloroethylene (Perchloroethylene)**

5.4.7.1. HSF, kimyasal temizleme surecleri **ASTM D3698**, **ASTM D4376** ve **ASTM G131** standartlarına uygun olarak yurutmektedir.

5.4.7.1. HSF's chemical cleaning process is carried out in accordance with **ASTM D3698**, **ASTM D4376** and **ASTM G131** standards.

5.4.7.2. Trikloroetilen (ve Perkloroetilen, Tetrakloretilen) doymamis klorlu hidrokarbon temelli kimyasal temizleyicilerdir.

5.4.7.2. Trichloroethylene (and Perchloroethylene, Tetrachloroethylene) are unsaturated chlorinated hydrocarbon chemical cleaners.

5.4.7.3. Uygun olmayan kosullar altında, uc reaksiyon aynı anda veya ayrı ayrı gerçekleşir:

5.4.7.3. Given unfavorable conditions, three reactions take place, either concurrently or separately:

5.4.7.3.1. hidrojen klorurun ayrılması,

5.4.7.3.1. segregation of hydrogen chloride,

5.4.7.3.2. hidrojen klorur (**HCl**) olusumuyla birlikte hidroliz bagı,

5.4.7.3.2. hydrolysis coupled with the formation of hydrogen chloride (**HCl**),

5.4.7.3.3. oksidasyon.

5.4.7.3.3. oxidation.

Document Number	HSF-TrainingE16	First Release Date	03.09.2025	Does Not Contain ITAR Controlled Data
Revision Number	01	Revision Date		Cancelled Revision

5.4.7.4. Pratik deneyimler bu cozuculerin asagidaki yollarla ayristirilabildini gostermisdir:

5.4.7.4.1. fotoliz (isigin, UV isiginin etkisi),

5.4.7.4.2. termoliz (sicakligin etkisi),

5.4.7.4.3. hidroliz (suyun etkisi) veya

5.4.7.4.4. oksidasyon (havanin etkisi).

5.4.7.5. Kimyasal temizleme uygulanacak hammaddeler asla kimyasal temizleyicinin mevcut sicakligindan fazla olmamalidir.

#### 5.5. Kumlama

5.5.1. HSF, aksi musterilerinde belirtilmedigi surece, titanyum alisimli parcalarin kumlama surecleri icin **ASTM B600** ve **DIN-EN 2497** standardlarini temel almaktadir.

5.5.2. Titanyum kumlama surecleri icin Aluminum Oxide ( $Al_2O_3$ ) ve **maximum** 0.25% demir Oxide ( $FeO$ ) icermesi gerekmektedir.

5.5.3. Ayrica kumlama sureci tamamlanan urunler mutlaka yuzey catlak kontrolu icin mikroskop altinda 10x Magnification ile incelenir.

5.5.4. Kumlama sonrasi kaplama veya benzeri yuzey finish islemi hemen yapilmayacaksa urunler kuru ve nemsiz ortamda muhafaza edilir ve **maksimum** 4 saat icinde sonraki surece alinmasi esas alinir.

5.4.7.4. Practical experience has shown that these solvents can be decomposed by:

5.4.7.4.1. photolysis (action of light, UV light),

5.4.7.4.2. thermolysis (action of temperature),

5.4.7.4.3. hydrolysis (action of water), or

5.4.7.4.4. oxidation (action of air).

5.4.7.5. The raw materials to be chemically cleaned should never exceed the current temperature of the chemical cleaner.

#### 5.5. Sandblasting

5.5.1. HSF conducts the sandblasting processes on **ASTM B600** and **DIN-EN 2497** standards for titanium alloy parts, unless otherwise specified in customer requirements.

5.5.2. Titanium sandblasting processes require aluminum oxide ( $Al_2O_3$ ) and a **maximum** of 0.25% iron oxide ( $FeO$ ).

5.5.3. Furthermore, sandblasted products are inspected under a microscope with 10x magnification to check for surface cracks.

5.5.4. If coating or similar surface treatment is not performed after sandblasting, the products should be stored in a dry and moisture-free environment and removed for further processing within a **maximum** of 4 hours.