



Ristiriitatapauksissa pätee englanninkielinen teksti

In case of interpretation disputes the English text applies

HITSAUS. METALLISTEN MATERIAALIEN HITSAUSSUOSITUKSET.

OSA 4: ALUMIININ JA ALUMIINISEOSTEN KAARIHITSAUS

Welding. Recommendations for welding of metallic materials.

Part 4: Arc welding of aluminium and aluminium alloys

Tämä standardi sisältää eurooppalaisen standardin EN 1011-4: 2000 "Welding – Recommendations for welding metallic materials – Part 4: Arc welding of aluminium and aluminium alloys" englanninkielisen tekstin.

Standardi sisältää myös englanninkielisen tekstin suomenkielisen käännöksen.

Eurooppalainen standardi EN 1011-4 on vahvistettu suomalaisiksi kansalliseksi standardiksi.

This standard consists of the English text of the European Standard EN 1011-4:2000 "Welding – Recommendations for welding metallic materials – Part 4: Arc welding of aluminium and aluminium alloys".

The standard also contains a Finnish translation of the English text.

The European Standard EN 1011-4:2000 has the status of a Finnish national standard.

English version

Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 4: Arc welding of aluminium and aluminium alloys

Soudage – Recommandations pour le soudage des matériaux métalliques – Partie 4: Soudage à l'arc de l'aluminium et des alliages d'aluminium

Schweißen – Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe – Teil 4: Lichtbogenschweißen von Aluminium und Aluminiumlegierungen

This European Standard was approved by CEN on 14 August 2000.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Central Secretariat: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels

Sisällys

	Sivu
Esipuhe	4
Johdanto	6
1 Soveltamisala	8
2 Viittaukset	8
3 Termit ja määritelmät	10
4 Laatuvaatimukset	10
5 Perusaine	10
6 Hitsatun rakenteen ominaisuuksiin vaikuttavat tekijät	12
7 Sulahitsausprosessit	12
8 Hitsausaineet	12
9 Hitsauslaitteet	14
10 Liitosmuodot	14
11 Juurituet	16
12 Haaraliitokset	16
13 Juurenavaus	16
14 Railomuodot	18
15 Kokoonpano hitsausta varten	18
16 Liitosten sovitukset	18
17 Esikumennus	18
18 Välipalkolämpötila	18
19 Lämpötilan mittausmenetelmät	20
20 Lisäsuositukset	20
Liite A (opastava): Hitsausvirheet ja keinot niiden estämiseksi	24
Liite B (opastava): Hitsausaineiden valinta	30
Liite ZA (opastava): Tämän eurooppalaisen standardin kohdat suhteessa EU:n direktiivien olennaisiin vaatimuksiin tai muihin määräyksiin	38
Opastavia tietoja	40
Vastaavat SFS-standardit kohtaan 2 Viittaukset	40

Contents

	Page
Foreword.....	5
Introduction	7
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions.....	11
4 Provision of quality requirements	11
5 Parent metal	11
6 Factors affecting properties of welded structures and assemblies.....	13
7 Fusion welding processes	13
8 Welding consumables.....	13
9 Equipment	15
10 Joint types	15
11 Backing material	17
12 Branch connections	17
13 Gouging	17
14 Preparation of joint	19
15 Assembly for welding.....	19
16 Alignment of joints	19
17 Preheat	19
18 Interpass temperature	19
19 Methods of temperature measurement	21
20 Additional recommendations	21
Annex A (informative) Detrimental effects on weld properties and measures for their avoidance	25
Annex B (informative) Recommendations for the choice of consumables	31
Annex ZA (informative) Clauses of this European Standard addressing essential requirements or other provisions of EU Directives.....	39

Esipuhe

Tämä eurooppalainen standardi on laadittu teknisen komitean CEN/TC "Welding" toimesta, jonka sihteeristöä hoitaa DS.

Tälle eurooppalaiselle standardille on annettava kansallisen standardin asema joko julkaisemalla standardin kanssa yhtäpitävä teksti tai ilmoittamalla sen voimaansaattamisesta viimeistään maaliskuun 2001 loppuun mennessä.

Tämä eurooppalainen standardi on laadittu Euroopan komission ja Euroopan vapaakauppajärjestön CEN:lle antaman toimeksiannon perusteella ja se tukee EU-direktiivien olennaisia vaatimuksia.

Tämän standardin suhde EU:n direktiiveihin määritetään opastavassa liitteessä, joka on olennainen osa tätä standardia.

CEN/CENELEC -sisäisten sääntöjen mukaan seuraavat maat ovat velvoitettuja vahvistamaan tämän eurooppalaisen standardin: Belgia, Espanja, Hollanti, Irlanti, Islanti, Iso-Britannia, Italia, Itävalta, Kreikka, Luxemburg, Norja, Portugali, Ranska, Saksa, Suomi, Sveitsi, Tanska ja Tšekin Tasavalta.

Tämä eurooppalainen standardi muodostuu seuraavista osista:

Osa 1: Yleiset ohjeet kaarihitsaukseen

Osa 2: Ferriittisten terästen kaarihitsaus

Osa 3: Ruostumattomien terästen kaarihitsaus

Osa 4: Alumiinin ja alumiiniseosten kaarihitsaus

Liitteet A ja B ovat opastavia.

Foreword

This European Standard has been prepared by Technical Committee CEN/TC 121 "Welding", the secretariat of which is held by DS.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by March 2001, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by March 2001.

This European Standard has been prepared under a mandate given to CEN by the European Commission and the European Free Trade Association, and supports essential requirements of EU Directive(s).

For relationship with EU Directive(s), see informative Annex ZA, which is an integral part of this standard.

According to the CEN/CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.

This European Standard is composed of the following parts:

Part 1: General guidance for arc welding

Part 2: Arc welding of ferritic steels

Part 3: Arc welding of stainless steels

Part 4: Arc welding of aluminium and aluminium alloys

Annexes A and B are informative.

Johdanto

Tässä eurooppalaisessa standardissa on useita liitteitä, jotka käsittelevät alumiinia ja alumiiniseoksia, joita valmistetaan vastaavien eurooppalaisten standardien mukaan.

Tässä standardissa termillä alumiini tarkoitetaan alumiinia ja sen seoksia.

Tämä standardi antaa yleiset ohjeet hyvälle suunnittelulle, tuotannolle ja hitsausten valvonnalle. Standardi luettelee myös mahdollisia hitsausvirheitä, joita voi esiintyä, ja antaa ohjeita niiden välttämiseksi. Se soveltuu yleensä kaikentyypisille alumiineille riippumatta tuotteesta, vaikka asiaankuuluva sovellusstandardi/sopimus voi sisältää lisävaatimuksia.

Hitsien sallitut suunnittelujännitykset, tarkastusmenetelmät ja hyväksymisrajat eivät sisälly tähän standardiin, koska niihin vaikuttaa tuotteen käyttöolosuhteet. Nämä yksityiskohdat saadaan suunnittelumääräyksistä.

Opastavat liitteet antavat tietoja hitsausvirheistä (liite A) ja hitsausaineiden valinnasta (liite B).

Tämä standardi sisältää ainoastaan hitsaukseen liittyviä asioita eikä se sisällä tietoja hitsausliitosten mekaanisista ominaisuuksista.

Tämä standardi luettelee päätekijät, jotka vaikuttavat alumiinin hitsaukseen. Näitä tekijöitä ovat mm. perusaine, hitsausaineet, suunnittelu, hitsausmenetelmä, hitsauslaitteet ja railomuoto.

Standardi EN 1011-1 käsittelee yleiset vaatimukset metallisten materiaalien sulahitsaukseen. Nämä kohdistuvat erityisesti seuraaviin asioihin:

- siltahitsit
- tilapäiset kiinnitykset
- valokaaren sytytys
- palkojen puhdistukset ja muut käsittelyt
- hitsausohjeet
- jäljitettävyys
- tarkastus ja testaus
- laatuvaatimukset
- poikkeamien korjaavat toimenpiteet
- muodonmuutokset
- hitsien jälkilämpökäsittely
- lyhenteet ja tunnukset
- aloitus- ja lopetuspalat

Introduction

This European Standard has been issued with several annexes in order to cover aluminium and the different types of its alloys in all forms which will be produced to the relevant European standards.

In this standard the term aluminium stands for aluminium and its alloys.

This standard gives general guidance for the satisfactory design, production and control of welding and details the possible detrimental effects which may occur, together with advice on methods by which they may be avoided. Generally it is applicable to all types of aluminium materials and is appropriate regardless of the type of fabrication involved, although the application standard/contract may have additional requirements.

Permissible design stresses in welds, methods of testing and acceptance levels are not included because they depend on the service conditions of the fabrication. These details should be obtained from the design specification.

Informative annexes give information on detrimental effects (see annex A) and choice of consumables (see annex B).

This document details only welding related matters and does not give any details of mechanical properties of the welded joint.

This standard identifies the main factors that affect the welding of aluminium. This will be influenced by parent metal, consumables, design, welding procedure, welding equipment, joint preparation etc.

General requirements for fusion welding of metallic materials are detailed in EN 1011-1, in particular:

- tack welds;
- temporary attachments;
- arcing;
- inter-run cleaning and treatment;
- welding procedures;
- dentification;
- inspection and testing;
- quality requirements;
- correction of non-conformity;
- distortion;
- post-weld heat treatment;
- abbreviations and symbols;
- run-on/ run-off plates.

1 Soveltamisala

Tämä eurooppalainen standardi antaa yleiset suositukset muokattujen ja valettujen alumiiniseosten sekä niiden yhdistelmien käsin, mekanisoidun ja automaattiseen sulahitsaukseen.

Yleiset ohjeet annetaan standardissa EN 1011-1.

Tässä standardissa sana "putki" tarkoittaa sekä putkea että putkipalkkia, vaikka näitä termejä käytetään usein eri teollisuuden aloilla eri tuotetyypeille.

2 Viittaukset

Tämä eurooppalainen standardi sisältää päivättyjä ja päiväämättömiä viittauksia muihin julkaisuihin. Nämä velvoittavat viittaukset esitetään asiaankuuluvissa kohdissa ja kyseiset julkaisut luetellaan tässä kohdassa. Päivättyjen viittausten myöhempiä muutoksia tai tarkistettuja painoksia sovelletaan osana tätä eurooppalaista standardia vain siinä tapauksessa, että ne on muutoksella tai tarkistuksella siihen sisällytetty. Päiväämättömien viittausten kohdalla sovelletaan viimeisintä painosta.

EN 287-2¹⁾ *Approval testing of welders – Fusion welding – Part 2: Aluminium and aluminium alloys*

EN 288-1¹⁾ *Specification and approval of welding procedures for metallic materials – Part 1: General rules for fusion welding*

EN 288-2¹⁾ *Specification and approval of welding procedures for metallic materials – Part 2: Welding procedure specification for arc welding*

EN 288-4¹⁾ *Specification and approval of welding procedures for metallic materials – Part 4: Welding procedure tests for the arc welding of aluminium and its alloys*

EN 439¹⁾ *Welding consumables – Shielding gases for arc welding and cutting*

EN 573-1¹⁾ *Aluminium and aluminium alloys – Chemical composition and forms of wrought products – Part 1: Numerical designation system*

EN 573-2¹⁾ *Aluminium and aluminium alloys – Chemical composition and forms of wrought product – Part 2: Chemical symbol based designation system*

EN 573-3¹⁾ *Aluminium and aluminium alloys – Chemical composition and forms of wrought product – Part 3: Chemical composition*

EN 573-4¹⁾ *Aluminium and aluminium alloys – Chemical composition and forms of wrought product – Part 4: Forms of products*

EN 719¹⁾ *Welding coordination – Tasks and responsibilities*

EN 729-2¹⁾ *Quality requirements for welding – Fusion welding of metallic materials – Part 2: Comprehensive quality requirements*

EN 729-3¹⁾ *Quality requirements for welding – Fusion welding of metallic materials – Part 3: Standard quality requirements*

EN 1011-1¹⁾ *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 1: General guidance for arc welding*

EN 1289¹⁾ *Non-destructive examination of welds – Penetrant testing of welds – Acceptance levels*

¹⁾ Vastaavat SFS-standardit: Ks. Opastavia tietoja.

1 Scope

This European Standard gives general recommendations for the manual, mechanized and automatic fusion welding of wrought and cast aluminium alloys and combinations thereof.

For general guidelines, see EN 1011-1.

In this standard the word "pipe" alone or in combinations is used to mean "tube" or "hollow section", although these terms are often used for different categories of product by different industries.

2 Normative references

This European Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies (including amendments).

EN 287-2 *Approval testing of welders – Fusion welding – Part 2: Aluminium and aluminium alloys*

EN 288-1 *Specification and approval of welding procedures for metallic materials – Part 1: General rules for fusion welding*

EN 288-2 *Specification and approval of welding procedures for metallic materials – Part 2: Welding procedure specification for arc welding*

EN 288-4 *Specification and approval of welding procedures for metallic materials – Part 4: Welding procedure tests for the arc welding of aluminium and its alloys*

EN 439 *Welding consumables – Shielding gases for arc welding and cutting*

EN 573-1 *Aluminium and aluminium alloys – Chemical composition and forms of wrought products – Part 1: Numerical designation system*

EN 573-2 *Aluminium and aluminium alloys – Chemical composition and forms of wrought product – Part 2: Chemical symbol based designation system*

EN 573-3 *Aluminium and aluminium alloys – Chemical composition and forms of wrought product – Part 3: Chemical composition*

EN 573-4 *Aluminium and aluminium alloys – Chemical composition and forms of wrought product – Part 4: Forms of products*

EN 719 *Welding coordination – Tasks and responsibilities*

EN 729-2 *Quality requirements for welding – Fusion welding of metallic materials – Part 2: Comprehensive quality requirements*

EN 729-3 *Quality requirements for welding – Fusion welding of metallic materials – Part 3: Standard quality requirements*

EN 1011-1 *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 1: General guidance for arc welding*

EN 1289 *Non-destructive examination of welds – Penetrant testing of welds – Acceptance levels*

EN 1418¹⁾ *Welding personnel – Approval testing of welding operators for fusion welding and resistance weld setters for fully mechanized and automatic welding of metallic materials*

EN 1706¹⁾ *Aluminium and aluminium alloys – Casting – Chemical composition and mechanical properties*

EN 1780-1¹⁾ *Aluminium and aluminium alloys – Designation of unalloyed and alloyed aluminium ingots for remelting, master alloys and castings – Part 1: Numerical designation system*

EN 1780-2¹⁾ *Aluminium and aluminium alloys – Designation of unalloyed and alloyed aluminium ingots for remelting, master alloys and casting – Part 2: Chemical symbol based designation system*

EN 1780-3¹⁾ *Aluminium and aluminium alloys – Designation of unalloyed and alloyed aluminium ingots for remelting, master alloys and castings – Part 3: Writing rules for chemical composition*

EN 30042¹⁾ *Arc-welded joints in aluminium and its weldable alloys – Guidance on quality levels for imperfections (ISO 10042:1992)*

EN ISO 4063¹⁾ *Welding and allied processes – Nomenclature of processes and reference numbers (ISO 4063:1998)*

EN ISO 6520-1¹⁾ *Welding and allied processes – Classification of geometric imperfections in metallic materials – Part 1: Fusion welds (ISO 6520-1:1998)*

EN ISO 6947¹⁾ *Welds, working positions – Definitions of angles of slope and rotation (ISO 6974:1993)*

prEN ISO 9692-3:1998 *Welding and allied processes – Joint preparation – Part 3: Metal arc inert gas welding and tungsten inert gas arc welding of aluminium and its alloys (ISO/DIS 9692-3:1998)*

CR ISO 15608 *Welding – Guidelines for a metallic material grouping system (ISO/TR 15608:2000)*

prEN ISO 15614-4:2000 *Specification and approval of welding procedures for metallic materials – Welding procedure test – Part 4: Finishing welding of aluminium castings (ISO/FDIS 15614-4:2000)*

3 Termit ja määritelmät

Tässä eurooppalaisessa standardissa pätevät standardissa EN 1011-1 annetut termit ja määritelmät.

4 Laatuvaatimukset

Jotta varmistetaan työn laatu, sitä saa tehdä vain henkilökunta, joka on pätevytetty esim. standardien EN 287-2, EN 1418 ja EN 719 mukaan, käyttäen hitsausohjeita, jotka on hyväksytty esim. standardien EN 288-1, EN 288-2, EN 288-4 ja prEN ISO 15614-4:2000 mukaan.

5 Perusaine

5.1 Yleistä

Tämä standardi soveltuu muokatuille ja valetuille alumiineille sekä niiden yhdistelmille, esim. EN 287-2, EN 1418, EN 288-4 ja prEN ISO 15614-4:2000 mukaan. Tämän standardin periaatteita voidaan soveltaa myös muille ei-standardisoiduille tai asianmukaisille alumiiniseoksille edellyttäen, että seoksen koostumus sisältyy liitteessä B olevaan perusaineryhmittelyyn. Näissä tapauksissa tämän standardin käyttö pitää olla yhdenmukainen suunnittelumääräysten kanssa.

Raaka-ainestandardit eivät ota huomioon kaikkia hitsausteknisiä vaatimuksia. Tästä syystä on joskus tarpeen määrittellä lisävaatimuksia materiaalin tilauksen yhteydessä. Näihin voi kuulua kemiallisen koostumuksen/mekaanisten ominaisuuksien valinta/rajoittaminen (standardien perusvaatimuksille asetettujen tiettyjen lisärajojen puitteissa) ja rakenneosien erityisen puhtaus.

Kiinteän juurituen ja tilapäisten kiinnitysten materiaalin pitää olla yhteensopiva perusaineen kanssa.

EN 1418 *Welding personnel – Approval testing of welding operators for fusion welding and resistance weld setters for fully mechanized and automatic welding of metallic materials*

EN 1706 *Aluminium and aluminium alloys – Casting – Chemical composition and mechanical properties*

EN 1780-1 *Aluminium and aluminium alloys – Designation of unalloyed and alloyed aluminium ingots for remelting, master alloys and castings – Part 1: Numerical designation system*

EN 1780-2 *Aluminium and aluminium alloys – Designation of unalloyed and alloyed aluminium ingots for remelting, master alloys and casting – Part 2: Chemical symbol based designation system*

EN 1780-3 *Aluminium and aluminium alloys – Designation of unalloyed and alloyed aluminium ingots for remelting, master alloys and castings – Part 3: Writing rules for chemical composition*

EN 30042 *Arc-welded joints in aluminium and its weldable alloys – Guidance on quality levels for imperfections (ISO 10042:1992)*

EN ISO 4063 *Welding and allied processes – Nomenclature of processes and reference numbers (ISO 4063:1998)*

EN ISO 6520-1 *Welding and allied processes – Classification of geometric imperfections in metallic materials – Part 1: Fusion welds (ISO 6520-1:1998)*

EN ISO 6947 *Welds, working positions – Definitions of angles of slope and rotation (ISO 6974:1993)*

prEN ISO 9692-3:1998 *Welding and allied processes – Joint preparation – Part 3: Metal arc inert gas welding and tungsten inert gas arc welding of aluminium and its alloys (ISO/DIS 9692-3:1998)*

CR ISO 15608 *Welding – Guidelines for a metallic material grouping system (ISO/TR 15608:2000)*

prEN ISO 15614-4:2000 *Specification and approval of welding procedures for metallic materials – Welding procedure test – Part 4: Finishing welding of aluminium castings (ISO/FDIS 15614-4:2000)*

3 Terms and definitions

For the purposes of this European Standard, the terms and definitions in EN 1011-1 apply.

4 Provision of quality requirements

To ensure the quality of work it shall be performed by approved personnel in accordance with e.g. EN 287-2, EN 1418 and EN 719 using approved procedures e.g. EN 288-1, EN 288-2, EN 288-4 and prEN ISO 15614-4:2000.

5 Parent metal

5.1 General

This standard applies to wrought, cast and combinations of aluminium, e.g. according to EN 287-2, EN 1418, EN 288-4 and prEN ISO 15614-4:2000. The principles of this standard can be applied to other non-standard or proprietary aluminium alloys, which can include the advanced superplastic alloys and metal matrix composites, provided the composition of the alloy falls within the parent metal groups listed in annex B. In such cases the use of this standard shall be in accordance with the design specification.

Material standards do not fully take into account welding requirements. For this reason it is sometimes necessary to specify additional requirements for the material when placing the order. This can include selection/restriction of composition/mechanical properties (within certain additional limits to the basic standard requirements) and additional cleanliness of the components.

Permanent backing material and temporary attachments shall be compatible with the parent metal.

5.2 Varastointi ja käsittely

Alumiinin kosketusta ferriittisten terästen ja kuparin kanssa pitäisi välttää, jotta estetään tästä aiheutuva mahdollinen korrosio.

Virheellisten materiaalien käytön estämiseksi materiaalit varastoidaan niin, että niiden seostyyppi on tunnettu (ks. varoitus kovaleimasimien käytöstä standardissa EN 1011-1).

6 Hitsatun rakenteen ominaisuuksiin vaikuttavat tekijät

Liitteessä A annetaan lyhyt luettelo mahdollista haitallisista vaikutuksista eli hitsausvirheistä, joita hitsaus voi aiheuttaa. Luettelo ei ole täydellinen. Se luettelee erityisesti alumiinille tyypilliset metallurgiset ja suoritustekniset virheet sekä niiden mahdolliset syyt ja estämistoimenpiteet.

Hitsausmenetelmä vaikuttaa myös hitsausliitoksen muutosvyöhykkeen ja hitsiaineen mekaanisiin ominaisuuksiin, mikä on otettava huomioon mm. hitsattujen rakenteiden suunnittelussa. Hitsiaineen ja muutosvyöhykkeen mekaaniset ominaisuudet voivat olla alemmat kuin perusaineessa.

Sellaisen muutosvyöhykkeen syntyminen, jota ei ole otettu huomioon suunnittelussa, pitää yrittää välttää. Tällainen voi syntyä esim. tilapäisten kiinnitysten hitsauksessa rakenteeseen.

7 Sulahitsausprosessit

Tämä standardi koskee seuraavia standardin EN ISO 4063 mukaisia hitsausprosesseja käytettynä yksinään tai yhdessä:

- 131: MIG-hitsaus
- 141: TIG-hitsaus
- 15: Plasmahitsaus

Muiden sulahitsausprosessien käytöstä sovitaan erikseen.

8 Hitsausaineet

8.1 Hitsauslisäaineet

Hitsauslisäaineen pitää olla yhteensopiva perusaineen kanssa, ks. liite B.

Lisäaineet pitää varastoida alkuperäispakkauksissaan kuivassa tilassa riittävästi suojattuna ilmaston vaikutuksilta sekä asi-
aankuuluvien standardien ja/tai toimittajan suositusten mukaisesti.

Erityistä huomiota kiinnitetään osittain käytettyjen lankakelojen ja lankapakettien varastointiin ja tunnistettavuuteen työpaikalla tai asennuspaikalla. Tämä on tärkeätä, jotta varmistetaan, etteivät ne kostu tai likaannu esim. pölyn tai öljyn vaikutuksesta.

8.2 Suojakaasut ja juurikaasut

Argon on eniten käytetty suojakaasu MIG-, TIG- ja plasmahitsauksessa. Heliumin ja argon + helium -kaasuseosten käytöllä voidaan kuitenkin saada joitakin etuja. Nämä suojakaasut suurentavat tunkeumaa ja/tai lisäävät hitsausnopeutta. Niiden käyttö voi myös vähentää hitsausvirheitä.

Yleensä käytetään seuraavia standardin EN 439 mukaisia suojakaasuja ja juurikaasuja:

- I1 (argon)
- I2 (helium)
- I3 (argon-helium -kaasuseos)

5.2 Storage and handling

Contact with ferritic materials and copper should be avoided, in order to prevent corrosion.

To avoid the use of incorrect materials, they shall be stored so that the alloy type is known (see warning on hard stamping in EN 1011-1).

6 Factors affecting properties of welded structures and assemblies

A short list of possible detrimental effects, which can occur as a result of welding, is given in annex A. The list is not exhaustive but features those metallurgical and technological influences that are specific to, or more prevalent with, aluminium. Potential causes and counter measures are also listed.

Consideration shall be given, e.g. in the design of welded structures, to the mechanical properties of the heat affected zone (HAZ) and the weld deposit which can be influenced by the welding procedure. For instance, the weld deposit and the HAZ can have lower mechanical properties than the parent material.

Care shall be taken to avoid the creation of any HAZ that has not been considered in the design, e.g. the welding of a temporary attachment.

7 Fusion welding processes

This standard applies to the following processes according to EN ISO 4063 which may be used singly or in combination:

- 131 Metal arc inert gas welding (MIG);
- 141 Tungsten inert gas arc welding (TIG);
- 15 Plasma arc welding.

Other fusion welding processes by agreement.

8 Welding consumables

8.1 Filler metal

Filler metal shall be compatible with the parent metal, see annex B.

Filler metals shall be stored in their original packaging in a dry place adequately protected from the effects of the weather and in accordance with relevant standards and/or the supplier's recommendation.

Particular attention shall be paid to the storage and identification of partly used reels of wire and packages of rods located in fabricating shops or on site. This is necessary to ensure that they do not become moist or contaminated, e.g. by dust or oil.

8.2 Shielding gases and gas backing

Argon is most commonly used for MIG, TIG and plasma arc welding of aluminium, but some advantage can be obtained by the use of helium and helium/argon mixtures. They produce improved penetration and/or an increase in the welding speed. They can also reduce imperfections. Shielding gases and gas backing of the following categories according to EN 439 shall normally be used:

- I1 (argon);
- I2 (helium);
- I3 (argon/helium mixtures).

Muita kaasuseoksia saadaan käyttää ainoastaan jos suunnittelumääräyksissä näin määritetään (ks. liite B).

9 Hitsauslaitteet

Standardeissa EN 729-2 ja EN 729-3 annetaan lisätietoja laitteista. Maadoituskaapelin pitää olla poikkipinnaltaan vähintään yhtä suuri kuin hitsauskaapeli. Kun laadunvarmistus tehdään standardin EN 729-2 mukaisesti, mittalaitteet pitää kalibroida ja hitsauslaitteet validoida.

10 Liitosmuodot

10.1 Yleistä

Standardissa EN ISO 9692-3:1998 annetaan yleiset ohjeet railomuodoille. Ilmaraot railopintojen välissä voivat aiheuttaa mm. läpipalamista ja hitsausvirheitä, mistä syystä ilmaraot pidetään mahdollisimman pieninä.

10.2 Päittäisliitokset

10.2.1 Yleistä

Päittäisliitokset käsittävät kaikki levyjen, putkien ja näiden väliset liitokset sekä "T-liitokset.

10.2.2 Läpihitsatut hitsit

10.2.2.1 Hitsaus yhdeltä puolelta

Näiden liitosten hitsauksessa pitää käyttää seuraavia tapoja:

- hitsaus ilman juuritukea
- hitsaus käyttäen poistettavaa juuritukea
- hitsaus käyttäen pysyvää juuritukea
- hitsaus käyttäen muuta sopivaa tapaa

10.2.2.2 Hitsaus molemmilta puolilta

Näiden liitosten hitsauksessa pitää käyttää seuraavia tapoja:

- ensimmäisen puolen hitsaus täyteen ja sen jälkeen toisen puolen hitsaus
- hitsaus osittain täyteen molemmilta puolilta ja sen jälkeen molempien puolien hitsaus vuorotellen täyteen. Tämä tapa pienentää muodonmuutoksia.
- pohjapalon hitsaus ensimmäiselle puolelle (ilman juuritukea) ja sen jälkeen toisen puolen hitsaus täyteen
- hitsaus käyttäen sopivaa muuta tapaa

10.2.3 Osittain läpihitsatut hitsit

10.2.3.1 Hitsaus yhdeltä puolelta

Näiden liitosten hitsauksessa pitää käyttää seuraavia tapoja:

- hitsaus vaadittavaan hitsautumissyvyyteen saakka ilman läpihitsautumista toiselle puolelle
- hitsaus käyttäen sopivaa muuta tapaa

Other gas mixtures shall only be used in accordance with the design specification (see annex B).

9 Equipment

Further information is given in EN 729-2 and EN 729-3. Return cables shall be of the same or greater cross-sectional area as the welding leads. When quality assurance in accordance with EN 729-2 is required, monitoring systems shall be calibrated and welding equipment shall be validated.

10 Joint types

10.1 General

General guidance is given in prEN ISO 9692-3:1998. Gaps between fusion faces can cause problems, e.g. burn through, distortion, and imperfections. Attempts should therefore be made to minimize them.

10.2 Butt joints

10.2.1 General

Butt joints shall include all joints between plates, pipes or combinations, and includes "T" butt joints.

10.2.2 Full penetration

10.2.2.1 Single sided welding

The following methods shall be used for welding the joint:

- a) without backing;
- b) with temporary backing;
- c) with permanent backing;
- d) other suitable method.

10.2.2.2 Double sided welding

The following methods shall be used for welding the joint:

- a) fully weld the first side, then complete the weld from the second side;
- b) partially weld from both sides, completing the weld in a balanced sequence. This method will minimize distortion;
- c) root run placed from the first side (instead of backing), then complete the weld from the second side;
- d) other suitable method.

10.2.3 Partial penetration

10.2.3.1 Single sided welding

The following methods shall be used for welding the joint:

- a) weld to achieve the required weld depth without penetrating through to the second side;
- b) other suitable method.

10.2.3.2 Hitsaus molemmilta puolilta

Näiden liitosten hitsauksessa pitää käyttää seuraavia tapoja:

- a) ensimmäisen puolen hitsaus vaadittavaan hitsautumissyvyyteen saakka ja sen jälkeen toisen puolen hitsaus vaadittavaan hitsautumissyvyyteen saakka
- b) molempien puolien hitsaus vuorotellen vaadittavaan hitsautumissyvyyteen saakka
- c) ensimmäisen puolen hitsaus vaadittavaan hitsautumissyvyyteen saakka ja sen jälkeen juuripalon hitsaus toiselle puolelle
- d) hitsaus käyttäen muuta sopivaa tapaa

10.3 Pienahitsit

Ilmarako railopintojen välissä pitää olla mahdollisimman pieni.

11 Juurituot

11.1 Kiinteän juurituen materiaali

Tekninen raportti CR ISO 15608 antaa lisätietoja materiaalityypeistä.

11.2 Poistettavan juurituen materiaali

Juurituen materiaalina voidaan käyttää ruostumatonta terästä, alumiinia, kuparia tai keraamista materiaalia. Hitsauksessa varotaan, ettei kupari tai muu materiaali sula ja seostu hitsiin eikä juurituen materiaali ylikuumennu. Tässä standardissa ruostumattomalla teräksellä tarkoitetaan austeniittista ruostumatonta terästä.

12 Haaraliitokset

12.1 Yleistä

Tämän tyyppinen liitos soveltuu putkien läpihitsatuille hitseille ja/tai pienahitseille, esim. kehähitsit. Haaraliitoksista annetaan yksityiskohtaiset tiedot, esim. liitosmuoto, railokulmat, ja ilmaraot, jotta on mahdollista käyttää hyvän tuloksen antamaa hitsausohjetta.

12.2 Päittäisliitokset

Haaraliitokset ovat yleensä yhdeltä puolelta hitsattavia liitoksia, joissa käytetään erilaisia railomuotoja. Railomuoto riippuu putken ja haaraputken mitoista sekä niiden välisestä liitoskulmasta. Hitsaus suoritetaan käyttäen sopivaa menetelmää joko käyttäen juuritukea tai ilman juuritukea. Haaraliitokset valmistellaan kohdan 10.2 mukaisesti.

Haaraliitokset hitsataan niin, että vaadittu hitsin paksuus saavutetaan joka puolella tai muuten piirustuksen mukaisesti. Putken kylkeen tai läpimenevät haaroitukset hitsataan niin, että vaadittu hitsin paksuus saavutetaan joka puolella putkea.

12.3 Pienahitsit

Haaraliitosten pienahitsit hitsataan niin, että valmiin liitokset mitat täyttävät suunnitteluvaatimukset. Putken ja haaroituksen pinnat pitää olla mahdollisimman lähellä toisiaan, jos se on mahdollista, jottei synny haitallisia hitsausvirheitä, esim. liian korkea juurikupu tai liian paljon huokosia.

13 Juuren avaus

Molemmilta puolilta läpihitsattavissa päittäishitseissä ensimmäiseltä puolelta hitsattu pohjapalkko voidaan ennen toisen puolen hitsauksen aloittamista poistaa sopivalla tavalla ehjään hitsiaineeseen saakka. Juuren avauksessa käytetään mekaanisia menetelmiä, esim. jyräntää, talttausta, sahausta tai hiontaa. Suositeltavat menetelmät ovat jyräntä ja sahaus. Ö-

10.2.3.2 Double sided welding

The following methods shall be used for welding the joint:

- a) weld to achieve the required weld depth, then weld from the second side to achieve that required weld depth;
- b) partially weld from both sides, completing welds to the required weld depths utilizing a balanced sequence. This method will minimize distortion;
- c) weld to achieve the required weld depth then finish the weld from the second side by placement of a sealing run;
- d) other suitable method.

10.3 Fillet welds

The root gap between contacting surfaces shall be as small as possible.

11 Backing material

11.1 Permanent backing material

For further information on material types see CR ISO 15608.

11.2 Temporary backing material

Stainless steel, aluminium, copper or ceramics can be used. Precautions shall be taken to avoid copper or other material pick-up or overheating of backing material. For the purposes of this standard stainless steel refers to only austenitic stainless steel.

12 Branch connections

12.1 General

This type of joint is applicable to either full penetration and/or fillet welds in pipe, e.g. circular or elliptical. The details for all types of branch connections, e.g. form of joint, angle between sections, angle between fusion faces, root gap between parts, shall be arranged to permit the use of a satisfactory welding procedure.

12.2 Butt welded joints

By their nature branch connections are usually of a single-sided form, utilizing a varying weld geometry. This depends on the respective dimensions of the pipe and branches, together with their alignment angles. Welding shall be performed with or without backing material to suitable methods. The branch connection shall be prepared in accordance with 10.2.

Branch connections in pipes that are "set on" shall be welded so as to provide the required weld thickness completely around the branch or as otherwise shown on suitable drawings. For "set in" or "set through" branch connections, welding normally shall be performed so as to provide the required weld thickness through the main pipe.

12.3 Fillet welded joints

Branch connections in tubular sections shall be fillet welded such that the size of the completed joint fully meets design requirements. Where possible the surfaces of the pipe and branch shall be in close contact with the gap as small as possible, in order to avoid detrimental phenomena (e.g. excessive penetration and excessive porosity).

13 Gouging

In full penetration butt welds, welded from both sides, the back of the first run can be removed by suitable means down to clean sound weld metal before welding is started on the second side. Mechanical methods shall be used, e.g. milling, chiselling, sawing or grinding. The preferred methods are milling and sawing. No oil based lubricants shall be used. If grinding

jypohjaisia voiteluaineita ei saa käyttää. Jos käytetään hiontaa, niin hiomalaikkojen pitää olla alumiinille tarkoitettuja laikkoja. Plasmataltaus on sallittu menetelmä. Juuren avauksen jälkeen poistetaan kaikki epäpuhtaudet railopinnoilta. Tietyissä tapauksissa voi olla tarpeen tehdä pinnoille pintatarkastus, esim. tunkeumanestetarkastus standardin EN 1289 mukaan.

14 Railomuodot

Standardi EN ISO 9692-3:2001 antaa yleiset ohjeet railomuodoista. Erityistä huomiota kiinnitetään ilmarakoihin, jotka pyritään pitämään pieninä.

Railonvalmistus pitäisi tehdä mekaanisilla menetelmillä tai laser-, plasma- ja vesisuihkuleikkauksella tai muulla sopivalla menetelmällä.

Jos railon leikkausmenetelmällä on haitallinen vaikutus railon viereiseen alueeseen, niin tämä otetaan huomioon työvarois- ja tällainen alue poistetaan myöhemmin. Railopinnoille voi olla edullista tehdä myös pintatarkastus.

Jotta vältetään haitalliset vaikutukset hitsauksen laatuun, railopintojen laatu pitää olla yhteensopiva käytettävän hitsausprosessin kanssa. Pinnoissa ja reunoissa ei saa olla halkeamia tai koloja ja ne pitää olla kuivat ja puhtaat liiallisesta oksidista, öljystä, rasvasta, maalista yms.

Ennen osien sovitusta ja hitsausta railopinnot ja viereiset alueet puhdistetaan rasvasta ja oksidikerroksesta. Puhdistuksen ja hitsauksen välinen aika pitää olla mahdollisimman lyhyt, jotta pinnat eivät likaantuisi ja oksidoituisi uudelleen.

Rasvanpoisto tehdään sopivalla liuottimella tai muulla sopivalla menetelmällä, minkä jälkeen pinnat pitäisi puhdistaa oksidikerroksesta mekaanisesti. Kemiallinen rasvanpoisto voi puhdistaa pinnan myös oksidikerroksesta.

HUOM. Oksidikerros muodostuu välittömästi alumiinin pinnalle ja tulee paksummaksi kuivassakin ilmassa, mistä syystä kerroksen poistaminen pitää tehdä juuri ennen hitsausta.

15 Kokoonpano hitsausta varten

Suosittelavat hitsausasennot ovat standardin EN ISO 6947 mukaiset PA, PB, PC ja PF.

16 Liitosten sovitukset

Hyväksymisrajat sovituserheille pitää olla standardin EN 30042 asiaankuuluvan hitsiluokan mukaiset. Tiukemmat rajat saattavat olla tarpeen tietyissä sovelluksissa.

17 Esikumennus

Esikumennuksen käyttö voi olla tarpeen seuraavista syistä:

- kosteuden poistaminen ennen hitsausta, esim. hitsauksessa asennuspaikalla
- kylmästä aloituskohdasta aiheutuvien hitsausvirheiden välttäminen
- lämpötasapainon saavuttaminen, kun hitsattavien osien aineenpaksuuksien ero on suuri
- nopean jäähtymisen haittojen pienentäminen, kun hitsattava aineenpaksuus on suuri

Esikumennuslämpötilat annetaan taulukossa 1. Aika esikumennuslämpötilassa on tärkeä ja sen pitää olla mahdollisimman lyhyt, jotta kuumentaminen ei aiheuttaisi haitallisia vaikutuksia perusaineeseen. Ks. myös liite A.

Korkeampi esikumennuslämpötila kuin taulukossa 1 vaikuttaa muokkauslujitettujen tai lämpökäsiteltyjen seosten mekaanisiin ominaisuuksiin. Se voi muuttaa myös muutosvyöhykkeen metallurgista rakennetta aiheuttamalla rakeenkasvua ja/tai sekundääri faasien erkautumisia.

Tietyissä tilanteissa argon + helium -kaasuseosten tai heliumin käyttö voi poistaa esikumennustarpeen.

is used, the discs shall be special types intended for aluminium only. Plasma gouging is permitted. After gouging all contaminants shall be removed from the joint fusion faces. In certain cases it will be desirable to check the surface for imperfections, e.g. by the use of penetrant testing in accordance with EN 1289.

14 Preparation of joint

For the preparation of the joint general guidance is given in prEN ISO 9692-3:1998. Particular attention is drawn to the need to minimize the sizes of root gaps, where appropriate.

The joint should be prepared by mechanical means or by laser, plasma, water jet cutting or other suitable method(s).

When cutting has a detrimental effect on the properties of the zone adjacent to the cut, allowance shall be made to remove the damaged material following cutting. Crack detection will be advantageous following cutting.

To avoid adverse effects on the quality of the weld, the surfaces and edges shall be appropriate for the welding process. They should be free from cracks and notches, dry and free from excessive oxide, oil, grease, paint, moisture, etc. Prior to welding and before assembly of the joint, fusion faces and adjacent surfaces shall be degreased and the oxide layer refreshed. The period between cleaning and welding shall be as short as possible without recontamination.

Degreasing by solvents or other suitable methods should be followed by the removal of surface oxide by mechanical means. Degreasing by chemical etching may remove the original surface oxide layer.

NOTE: In this context the term "refreshed" applies to the removal of the contaminated oxide layer followed by reoxidation in a dry environment.

15 Assembly for welding

The preferred welding positions according to EN ISO 6947 are PA, PB, PC and PF.

16 Alignment of joints

The acceptance criteria for misalignment shall be in accordance with the appropriate quality level selected from EN 30042. For certain applications closer tolerances might be necessary.

17 Preheat

Preheat may be applied for the following reasons:

- to remove moisture prior to welding, e.g. when site welding;
- to avoid cold-start imperfections;
- to achieve heat balance when welding extremely dissimilar thicknesses;
- to reduce heat sink effects when welding thick sections.

The preheat temperature is given in Table 1. The time at temperature is important and shall be for as short a time as possible to avoid detrimental effects. See also annex A.

Excessive preheating beyond the values given in Table 1 will affect the mechanical properties in work hardened or fully heat treated materials (i.e. partial annealing or overageing). It can also alter the metallurgical structure of the HAZ by causing grain growth and/or the precipitation of second phases.

In some circumstances the use of argon-helium mixtures or helium instead of argon may eliminate the need for preheating.

18 Välipalkolämpötila

Välipalkolämpötilaa on valvottava seuraavista syistä:

- jotta estetään mekaanisten ominaisuuksien heikentyminen ylikuumentumisen takia
- jotta vähennetään pehmenneen muutosvyöhykkeen laajuutta
- jotta vähennetään erkaumien määrää muutosvyöhykkeellä, esim. ylivanhenemisen seurauksena

Monipalkohitsauksessa suositellaan, että liitoksen lämpötila ei ylitä seuraavan palon hitsausta aloitettaessa taulukossa 1 annettua lämpötilaa.

Taulukko 1 Suositukset esikuumennuksen ja välipalkolämpötilan enimmäisarvoiksi.

Perusaine	Esikuumennuslämpötila	Välipalkolämpötila
	°C, max	°C, max
Ei-lämpökäsiteltävät seokset	120 ^{a)}	120 ^{a)}
1xxx-sarjan seokset		
3xxx-sarjan seokset		
5xxx-sarjan seokset		
AlSi-valuseokset		
AlMg-valuseokset	120 ^{a)}	100
Lämpökäsiteltävät seokset		
6xxx-sarjan seokset		
AlSiMg-valuseokset		
AlSiCu-valuseokset	100 ^{a)}	80
7xxx-sarjan seokset		

a) Liian pitkä kuumennus voi aiheuttaa osittaista pehmenemistä muokkauslujitetuissa seoksissa ja ylivanhenemistä lämpökäsitellyissä seoksissa.

HUOM. 1 Taulukossa mainitut lämpötilat ovat ohjeellisia. Niitä voidaan muuttaa sopimuksesta ja ne pitäisi mainita hitsausohjeessa.

HUOM. 2 Seosryhmän 22.4 (5xxx) seoksissa, jotka sisältävät magnesiumia yli 3,5 %, ja seosryhmässä 23.2 (7xxx) voi tapahtua sellaisten faasien erkautumisia, jotka voivat aiheuttaa herkistymistä kerros- ja jännityskorroosiolle tietyissä käyttöympäristöissä.

19 Lämpötilan mittausmenetelmät

Kun vaaditaan esikuumennus- ja/tai välipalkolämpötilan valvontaa, mitataan lämpötila sopivalla tavalla, esim. kosketuslämpömittarilla, lämpövärillä tai lämpöliidulla, ja kirjataan vaadittaessa.

Välipalkolämpötila mitataan niin läheltä hitsiainetta kuin mahdollista.

20 Lisäsuositukset

20.1 Palkojen välinen puhdistus ja muu käsittely

Jokaisen palon pinta pitäisi puhdistaa ruostumattomalla teräsharjalla tai mekaanisilla menetelmillä ennen seuraavan palon hitsausta.

20.2 Tarkastus ja testaus

Hitseille ei suositella tehtäväksi työstämistä, maalausta tai muuta käsittelyä, ennen kuin ne on tarkastettu.

18 Interpass temperature

Interpass temperature should be controlled for the following reasons:

- to prevent reduction of mechanical properties by overheating;
- to reduce the size of HAZ softening;
- to reduce the extent of HAZ segregation, e.g. overaging

It is recommended that the temperature of the joint at the commencement of each successive weld run does not exceed the appropriate value given in Table 1.

Table 1 Recommended maximum preheat and interpass temperatures

Parent metal	Preheat temperature	Interpass temperature
	°C max.	°C max.
Non-heat treatable alloys	120 ^{a)}	120 ^{a)}
1xxx		
3xxx		
5xxx		
AlSi cast		
AlMg cast		
Heat treated alloys	120 ^{a)}	100
6xxx		
AlSiMg cast		
AlSiCu cast	100 ^{a)}	80
7xxx		

^{a)} Prolonged heating can produce partial annealing in work hardened alloys and overaging in fully heat treated alloys.

NOTE 1 The temperatures in this table are intended for guidance. They can be changed to other values by contract and should be stated in the welding procedure specification.

NOTE 2 In group 22.4 (5XXX) alloys containing > 3,5 % Mg and in group 23.2 (7XXX) alloys, precipitation of such phases can produce sensitization to exfoliation corrosion and stress corrosion cracking in certain service environments.

19 Methods of temperature measurement

When preheat and/or interpass temperature control is required, the temperature shall be measured, e.g. by means of contact pyrometers, thermo-indicating paints or crayons, and recorded as required.

For interpass temperature control, the temperature shall be measured as close as is practical to the weld metal.

20 Additional recommendations

20.1 Inter-run cleaning and treatment

The surface of each weld run should be cleaned by stainless steel wire brushing or mechanical means before it is covered by the next run.

20.2 Inspection and testing

It is recommended that welds are not dressed, painted or otherwise treated until they have been inspected.

20.3 Laatuvaatimukset

Hyväksymisrajat standardin EN 30042 mukaan pitää olla suunnittelumääräysten mukaiset.

20.4 Poikkeamien korjaavat toimenpiteet

Poikkeamien korjaavien toimenpiteiden pitää perustua standardiin EN 30042.

20.5 Tilapäiset kiinnitykset

Ks. kohdat 6 ja 7.

20.3 Quality requirements

Acceptance levels, according to EN 30042, shall be in accordance with the design specification.

20.4 Correction of non-conformity

Corrections of non-conformity shall be based on EN 30042.

20.5 Temporary attachments

See also clauses 6 and 7.

Liite A

(opastava)

Hitsausvirheet ja keinot niiden estämiseksi

Vaikka useimmat alumiiniseokset ovat hyvin hitsattavia käytettäessä oikein valittua hitsausprosessia ja hitsausainetta, niin hitsauksessa voi syntyä kuitenkin monia erilaisia hitsausvirheitä. Niiden syynä voi olla hitsauslisäaine, hitsausarvot tai metallurgiset tekijät, jotka liittyvät perusaineen ja lisäaineen yhteensopivuuteen. Hitsausvirheiden syntymistä voidaan kuitenkin estää valitsemalla asianmukaiset hitsausparametrit ja hitsauslisäaineet.

Taulukossa 1 on annettu alumiinille tyypillisiä hitsausvirheitä sekä niiden syitä ja estämistoimenpiteitä. Tärkeätä on estää näiden virheiden syntymistä erityisesti dynaamisesti kuormitetuissa rakenteissa, joihin liittyy suuria turvallisuustekijöitä.

Virheellisestä rakennesuunnittelusta voi seurata myös haitallisia vaikutuksia hitsien toimintakykyyn, vaikka hitsien laatu olisi muuten hyvä. Näitä ovat mm. hitsien jyrkästä liittymisestä johtuvat jännityskeskittymäkohdat ja monista lähekkäistä hitsistä johtuvat suuret jäännösjännitykset.

Muokkauslujitettujen tai lämpökäsiteltyjen alumiiniseosten muutosvyöhykkeellä tapahtuu lujuuden alenemista, mikä on otettava huomioon liitosten lujuuslaskennassa. Hitsauksessa on lisäksi vältettävä liian suurta lämmöntuontia, mikä voi lisätä muutosvyöhykkeen pehmenemistä ja laajuutta.

Joidenkin virheiden syntyyn vaikuttaa hitsauksen suoritustekniikka, esim. hitsauspistoolin kallistuskulma tai suutinetäisyys. Langansyöttölaitteen langanjohtimen materiaalin pitää olla alumiinille sopiva, jotta lanka ei likaantuisi ja muuten vaurioituisi. Hitsauspistoolit yhdessä monitoimijohdon kanssa voivat olla melko kookkaita ja jäykkiä. Niiden käyttö ahtaissa paikoissa voi olla vaikeaa. Tästä syystä rakenteiden suunnittelijoiden pitäisi pitää huolta, että luoksepäästävyys on hyvä kaikkiin liitoksiin. Joissakin kohteissa voi olla tarpeen tehdä hitsaus vain yhdeltä puolelta käyttäen sopivaa railomuotoa ja pysyvää tai irrotettavaa juuritukea.

Annex A

(informative)

Detrimental effects on weld properties and measures for their avoidance

Although most aluminium alloys are readily welded via the correct selection of process and consumable, it is possible, under certain circumstances, for a number of imperfections to occur. These may be a function of the consumable selected, the operating parameters chosen for the welding process, or metallurgical effects associated with the combinations of parent/consumable materials. However, the imperfections can be minimized or eradicated by selecting the appropriate welding parameters or consumables. Typical detrimental effects that are more prevalent to aluminium are given in Table A.1, together with the principal reasons for their occurrence and methods for their avoidance. These effects should be avoided especially in the case of dynamically loaded structures which have underlying safety aspects.

Notwithstanding the quality of the weld, there are detrimental influences on the good performance of the weld which result from inadequate design. These may include stress concentrations due to sharp transitions in material thickness and high residual stresses induced by the close proximity and accumulations of welded joints.

In the case of work hardened or heat-treated alloys, the fact that the HAZ of the weld suffers a reduction in mechanical properties should be taken into account during the design calculations. However, during welding, care should be taken to avoid excessive heat input which could increase the softening and extent of the HAZ.

The avoidance of some detrimental effects is dependent on the maintenance of the correct angle and distance between the welding torch and the work piece. For the feed system use materials adapted to aluminium to avoid contamination and damage of the filler metal. The torches used for welding of aluminium, together with their cables and conduits, are quite bulky and can be difficult to manoeuvre in tight corners. Designers of welded structures should ensure that there is adequate access for torch and welder to all joints. In some instances it may be necessary to weld from one side only with a suitable edge preparation and permanent or temporary backing.

Taulukko A.1 Hitsausvirheitä ja niiden estämistoimenpiteitä

Hitsausvirhe EN ISO 6520-1 (viitenumero)	Perussy	Estäminen
Huokokset (esim. tasainen huokoisuus (2014) tai huokosryhmä (2013))	likainen lisäainelanka	puhdistaa lisäainelangan pinta
	kosteus lisäainelangan pinnalla	varastoi lisäainelangat puhtaassa tilassa, jonka lämpötila on yli työskentelytilan kastepisteen
	likaantuneet railopinnat	puhdistaa ja kuivaa railopinnat ennen hitsausta
	kosteus railopinnoilla	varmistaa, että materiaalin lämpötila on vähintään huoneenlämpötila ennen hitsausta
	liian korkea H ₂ -pitoisuus lisäainelangassa ja/tai perusaineessa	jos on tarpeen, niin ota yhteyttä lisäaineen ja/tai perusaineen toimittajaan ja/tai valmistajaan
	liian kapea ilmarako	sopiva ilmarako estää ilman virtauksen läpi hitsisulan
	epäedullinen hitsausasento: PC, PD, PE ja PG	tee hitsaus asennoissa PA, PB ja PF, jos mahdollista
	liian lyhyt aika kaasun poistumiseen sulasta	käytä suurempaa lämmöntuontia ja/tai esikuumennusta, muuta railomuotoa
	epäpuhdas suojavaasu vuotojen takia	eliminoi vuodot
	epäpuhdas suojavaasu letkun seinämän läpi imeytyneen kosteuden takia	käytä oikeata letkumateriaalia, vaihda uudet letkut, käytä niin lyhyitä kaasuletkuja kuin mahdollista, käytä metalliputkia jos mahdollista
	epätasainen ja pyörteinen kaasunvirtaus, mihin syynä on liian suuri tai liian pieni virtausmäärä	säädä oikea kaasun virtausmäärä
vetoisuus hitsauspaikalla	vältä vetoisuutta	
liian korkea kaarijännite	säädä kaarijännite sopivaksi	
liian pieni pistoolin kallistuskulma	kuljeta pistoolia oikeassa asennossa	
Oksidisulkeumat (303)	<p>oksidien muodostuminen kaareissa tai hitsisulassa, koska ilmaa on päässyt kaaritilaan kaasunvirtauksen keskeytymisen tai riittämättömyyden takia</p> <p>hitsausvyöhykkeen ja/tai edellisten palkojen riittämätön puhdistus</p> <p>happea liian paljon kuumennusliekissä</p> <p>TIG-hitsauslangan virheellinen käsittely</p>	<p>ks. huokokset</p> <p>korjaa kaasunvirtausta</p> <p>vältä vetoisuutta</p> <p>varmistaa hitsausvyöhykkeen/edellisten palkojen riittävä puhtaus</p> <p>säädä liekki oikein</p> <p>pidä hitsauslangan pää suojavaasuvaipan sisällä</p>

(jatkuu)

Table A.1 Detrimental effects on weld properties and measures to be taken for their avoidance

Detrimental effect EN ISO 6520-1 (ref. no.)	Principal reasons	Prevention and/or counter measure
Porosity (e.g. linear porosity (2014) or pore clusters (2013))	<p>Contaminated filler metal.</p> <p>Moisture on the surface of the filler metal.</p> <p>Contaminated joint area. Moisture on the surface of the joint.</p> <p>Unacceptably high H₂ -content in the filler metal and/or parent metal.</p> <p>Formation of pores due to a too narrow gap in the joint area.</p> <p>Unfavourable welding positions – PC, PD, PE, PG.</p> <p>Time for gas evolution too short.</p> <p>Impure shielding gas due to leaking cooling water or gas supply system.</p> <p>Impure shielding gas e.g. due to moisture penetration. Unsuitable hose quality.</p> <p>Non-laminar gas flow due to too high or too low flow rate or draught.</p>	<p>Improve cleanliness of filler metal. Store in a clean environment above the dew point of the working area.</p> <p>Clean and dry joint area prior to welding, e.g. preheating . Ensure material is at ambient temperature prior to welding</p> <p>If necessary contact supplier and/or producer of filler metal and/or parent metal</p> <p>Optimized gaps preventing air escaping through the weld pool.</p> <p>If possible, use welding positions PA, PB, PF.</p> <p>Increase heat input and/or preheat , change joint preparation.</p> <p>Eliminate leakage.</p> <p>Use shielding gas complying with EN 439. Ensure suitable hose quality, replace perished hoses, hose length to be short as possible, if possible use metallic hoses.</p> <p>Optimize the adjustment of the gas flow, avoid draught.</p>
	Arc voltage too high.	Optimize arc voltage.
	Torch angle too small.	Use correct torch angle.
Oxide inclusions (303)	<p>Formation of oxide in the arc or weld pool area by entry of oxygen due to interrupted or insufficient gas flow.</p> <p>Inadequate cleaning of the joint area and/or previous runs.</p> <p>Surplus oxygen in pre-heating flame.</p> <p>Incorrect manipulation of TIG filler rods.</p>	<p>See porosity. Optimize the adjustment of the gas flow, avoid draught.</p> <p>Ensure cleanliness of the joint area/ previous runs is correct. Optimize arc condition.</p> <p>Optimize flame.</p> <p>Do not remove the rod end out of the protective gas shield.</p>

(continued)

Taulukko A.1 Hitsausvirheitä ja niiden estämistoimenpiteitä

Hitsausvirhe EN ISO 6520-1 (viitenumero)	Perussy	Estäminen
Kuumahalkeamat (100) Jähmettymishalkeamat Sulamishalkeamat	hitsisulan jähmettymistapa jännitykset matalalla sulavien yhdisteiden erkautuminen raerajoille muutosvyöhykkeellä	valitse lisäaine yhteensopivaksi perusaineen kanssa käytä hitsausjärjestystä, joka pienentää jännityksiä pienennä kiinnitysjäykkyyttä pienennä lämmöntuontia ja välipalkolämpötilaa pienennä halkeilutaipumusta käyttämällä yksipalkohitsausta pienennä jännityksiä valitse sopivampi lisäaine (esim. 4xxx-sarja), jos mahdollista
Kraatterihalkeamat (104)	virheellinen lopetustapa	käytä lopetuksessa oikeata lopetustapaa (esim. hitsauskoneen ns. kraatterin täyttöohjelma, kuljetusnopeuden suurentaminen lopetushetkellä)
Metallisulkeumat (304) Volframisulkeumat (3041)	Volframisulkeumat TIG- ja plasmahitsauksessa: liian suuri virta elektrodi koskettanut sulaa	pienennä hitsausvirtaa ottaen huomioon elektrodin materiaali ja halkaisija älä kosketa elektrodilla sulaa
Kuparisulkeumat (3042)	MIG-hitsaus: kosketussuutin ylikuumentunut Muu: kuparinen juurituki sulanut	käytä hitsausvirralle sopivaa pistoolia ja suutinta käytä ruostumaton terästä, alumiinia tai keraamista materiaalia kuparin sijaan juurituen materiaalina, jos tarpeen

Table A.1 Detrimental effects on weld properties and measures to be taken for their avoidance

Detrimental effect EN ISO 6520-1 (ref. no.)	Principal reasons	Prevention and/or counter measure
Cracks (100) Solidification cracking e.g. Crater crack (104) e.g. Liquidation cracking	Solidification characteristic of the weld pool. Internal stress. Remelting of low melting point constituents segregating on the grain boundaries of the HAZ.	Select a filler metal to ensure optimum weldability. Place the end crater on the run out plate or work with a programme for filling craters. Choose a welding sequence that reduces self restraint and distortion. Reduce heat input and interpass temperature. Reduce crack susceptibility by using a single run technique. Reduce internal stress. Select a suitable filler metal (e.g. 4xxx series).
Metallic inclusions (304) Tungsten inclusions (3041)	Tungsten inclusions (TIG: 141 and plasma arc welding: 15) due to excessive current for the tungsten electrode or for touching into the weld pool.	Reduce the current for the tungsten electrode type and diameter. Do not touch the tip of the tungsten electrode into the weld pool.
Copper inclusions (3042)	Copper inclusions (MIG: 131) due to overheating/burnt out of contact tip. Pick up from copper backing bars.	Choose a torch and contact tip appropriate to current. Work with a short arc length. Replace copper backing bars with stainless steel, aluminium or ceramics if necessary.

Liite B (opastava) **Hitsausaineiden valinta**

B.1 Hitsauslisäaineet

Hitsauslisäaineen valintaan vaikuttavat monet tekijät:

- lisäaineen koostumuksen yhteensopivuus perusaineen/perusaineiden kanssa, mikä tarkoittaa mm. halkeiluerkkyyttä
- liitokselta vaadittavat mekaaniset ominaisuudet (sekä muutosvyöhykkeen että hitsiaineen ominaisuudet)
- hitsatun rakenteen tai sen osien jälkikäsitteilyt, esim. pintakäsittely ja anodisointi
- liitokselta vaadittavat korroosionkestävyysominaisuudet
- hitsausominaisuudet

Lopullisen valintaan vaikuttaa myös käyttökohde, johon liittyviä tekijöitä voidaan ottaa huomioon myös valinnassa.

Hitsauslisäaineiden ryhmittely kemiallisen koostumuksen perusteella annetaan taulukossa B.1.

Taulukossa B.2 on annettu suositukset hitsauslisäaineen valintaan eri perusaineiden ja niiden yhdistelmien hitsaukseen. Se pätee käyttölämpötilaan +50 °C saakka. Taulukossa mainitut perusaineet kattavat standardien EN 573, EN 1780 ja EN 1706 mukaiset muokatut ja valetut alumiiniseokset.

Suosituksset ovat luonteeltaan ohjeellisia. Joissakin tilanteissa voidaan käyttää myös muitakin lisäaineita, mikä kuitenkin tehdään suunnittelumääräysten mukaisesti.

Annex B (informative) **Recommendations for the choice of consumables**

B.1 Filler metals

The choice of the filler metal depends on several factors including the following:

- the compatibility to the chemical composition of the parent metal(s) e.g. the propensity for weld cracking;
- the mechanical properties required of the joint (taking into account both the HAZ and weld metal properties);
- the subsequent treatments of the welded part or construction, e.g. surface treatment, anodizing and decorative finishes;
- the corrosion resistance required of the joint;
- optimum weldability.

The ultimate selection will be dependent on the application and may involve a value judgement of such factors.

Table B.1 details a filler metal grouping system.

Table B.2 gives recommendations for the selection of filler metal for welding joints in similar and dissimilar parent metal alloys under working temperatures up to +50 °C. Parent metals shown include wrought and cast alloys according to EN 573, EN 1780 and EN 1706, respectively.

The recommendations given in these tables are included purely for guidance. In some circumstances a different choice of filler metals may be used, but this should be in accordance with the design specification.

Taulukko B.1 Hitsauslisäaineiden ryhmittely

Tyyppi	Numeerinen tunnus	Kemiallinen tunnus	Huomautuksia
Tyyppi 1	R-1450 R-1080A	Al 99,5Ti Al 99,8	Ti lujittaa rakeita, mikä pienentää hitsiaineen herkkyyttä kuumahalkeilulle.
Tyyppi 3	R-3103	Al Mn1	
Tyyppi 4	R-4043A R-4046 R-4047A R-4018	Al Si5 Al Si10Mg Al Si12(A) Al Si7Mg	Tyyppin 4 lisäaineiden hitsiaineet tulevat anodisoinnissa tai atmosfääriin vaikutuksessa tumman harmaiksi, minkä voimakkuus kasvaa Si-pitoisuuden myötä. Nämä lisäaineet eivät anna hyvää väriyhtäläisyyttä muokatun perusaineen kanssa. Näitä lisäaineita käytetään erityisesti estämään kuumahalkeilua, kun sekoittuminen ja liitoksen jäykkyystila ovat suuria.
Tyyppi 5	R-5249 R-5754 R-5556A R-5183 R-5087 R-5356	Al Mg2Mn0,8Zr Al Mg3 AlMg5,2Mn AlMg4,5Mn0,7(A) AlMg4,5MnZr AlMg5Cr(A)	Kun hyvä korroosionkestävyys ja väriyhtäläisyys ovat tärkeitä, silloin lisäaineen Mg-pitoisuus pitäisi olla mahdollisimman lähellä perusainetta. Kun suuri lujuus hitsiaineessa on tärkeätä, silloin pitäisi käyttää lisäainetta, jonka Mg-pitoisuus on 4,5...5 %. Cr ja Zr lujittavat rakeita, mikä pienentää hitsiaineen herkkyyttä kuumahalkeilulle. Zr pienentää herkkyyttä kuumahalkeilulle.
HUOM. 1 Tyyppien numerot 1, 3, 4 ja 5 viittaavat seosten numeeristen tunnusten ensimmäiseen numeroon.			
HUOM. 2 Tätä taulukko käytetään, kunnes hitsauslisäaineiden standardi on julkaistu.			

Table B.1 Filler metal grouping system

Type	Alloy designation	Chemical designation	Remarks
Type 1	R-1450 R-1080A	Al 99,5Ti Al 99,8	Ti decrease the cracking susceptibility in the weld metal by means of grain reinforcement
Type 3	R-3103	Al Mn1	
Type 4	R-4043A R-4046 R-4047A R-4018	Al Si5 Al Si10Mg Al Si12(A) Al Si7Mg	Type 4 filler alloys will oxidize by anodizing or atmospheric exposure to give a dark grey colour, the intensity of which increases with increases in Si content. Thus these filler metals will not provide a good colour match with wrought parent metal alloys. These alloys are specifically used to prevent solidification cracking in joints involving high dilution and high restraint
Type 5	R-5249 R-5754 R-5556A R-5183 R-5087 R-5356	Al Mg2Mn0,8Zr Al Mg3 AlMg5,2Mn AlMg4,5Mn0.7(A) AlMg4,5MnZr AlMg5Cr(A)	If a good corrosion resistance and colour matching are important considerations, then the Mg content of the filler metal should be matched to that of the parent metal. If high proof and rupture weld metal strengths are the important considerations, then a filler metal with a Mg content of 4,5 % to 5 % should be used. Cr and Zr decrease the cracking susceptibility in the weld metal by means of grain reinforcement Zr reduces the risk of hot cracks.
NOTE 1 The type numbers 1, 3, 4 and 5 correspond with the first number of the alloy designation.			
NOTE 2 This table will be available until a new filler metal standard is issued.			

Taulukko B.2 Hitsauslisäaineen valinta. Seostyyppit on esitelty taulukossa B.1

Hitsauslisäaineen valintatekijät ruudussa ovat seuraavat:

Ensimmäinen rivi: optimaaliset mekaaniset ominaisuudet
Toinen rivi: optimaalinen korroosionkestävyys
Kolmas rivi: optimaaliset hitsausominaisuudet

Perusaine												
Al	4											
	1											
	4											
AlMn	4 tai 5	3 tai 4										
	1	3										
	4	4										
AlMg < 1 % ^{a)}	4 tai 5	4	4									
	1	4	4									
	4	4	4									
AlMg 3 %	4 tai 5	5	5	5								
	5 ^{d)}	5 ^{d)} tai 3	5 ^{d)}	5 ^{d)}								
	4 tai 5	4	4	5								
AlMg 5 % ^{b)}	5	5	5	5	5							
	5	5	5	5	5							
	5	5	5	5	5							
AlMgSi ^{c)}	4 tai 5	4 tai 5	4 tai 5	5	5	5 tai 4						
	5	5	5	5	5	5						
	4	4	4	4	4	4						
AlZnMg	5	5	5	5	5	5	5					
	5	5	5	5	5	5	5					
	5	5	5	5	5	5	5					
AlSiCu < 1 % ^{e, f)}	4	4	4	4	4	4	4	4				
	4	4	4	4	4	4	4	4				
	4	4	4	4	4	4	4	4				
AlSiMg ^{e)}	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
AlSiCu ^{e, f)}	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
AlCu ^{c)}						4	4	4	4	4	4	es ^{g)}
	es ^{g)}	es ^{g)}	es ^{g)}	es ^{g)}	es ^{g)}	4	4	4	4	4	4	es ^{g)}
						4	4	4	4	4	4	4
Perusaine	Al	AlMn	AlMg < 1 %	AlMg 3 %	AlMg 5 %	AlMgSi	AlZnMg	AlSiCu < 1%	AlSiMg	AlSiCu	AlCu	

(jatkuu)

Table B.2 Selection of filler metal (for filler types see Table B.1)

Choice of filler metal within each box (The numbers in the Table B.2 refers to the type numbers according to Table B.1)

First line optimum mechanical properties
Second line optimum corrosion resistance
Third line optimum weldability

Parent metal												
Al	4 1 4											
AlMn	4 or 5 1 4	3 or 4 3 4										
AlMg < 1% ^{a)}	4 or 5 1 4	4 4 4	4 4 4									
AlMg 3 %	4 or 5 5 ^{d)} 4 or 5	5 5 ^{d)} or 3 4	5 5 ^{d)} 4	5 5 ^{d)} 5								
AlMg 5 % ^{b)}	5 5 5	5 5 5	5 5 5	5 5 5	5 5 5							
AlMgSi	4 or 5 5 4	4 or 5 5 4	4 or 5 5 4	5 5 4	5 5 4	5 or 4 5 4						
AlZnMg	5 5 5	5 5 5	5 5 5	5 5 5	5 5 5	5 5 5	5 5 5					
AlSiCu < 1 % ^{e, f)}	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4				
AlSiMg ^{e)}	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4			
AlSiCu ^{e, f)}	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4		
AlCu ^{c)}	Nr ^{g)}	Nr ^{g)}	Nr ^{g)}	Nr ^{g)}	Nr ^{g)}	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	4 4 4	Nr ^{g)} Nr ^{g)} 4
Parent metal	Al	AlMn	AlMg < 1 %	AlMg 3 %	AlMg 5 %	AlMgSi	AlZnMg	AlSiCu < 1 %	AlSiMg	AlSiCu	AlCu	

(continued)

Taulukko B.2 (jatkoa)

<p>HUOM. 1 Jos perusaine sisältää ≥ 2 % Mg ja sitä hitsataan A1Si5- tai AISi10- tyyppisillä lisäaineilla tai jos perusaine sisältää ≥ 2 % Si ja sitä hitsataan A1Mg5-tyyppisillä lisäaineilla, niin hitsin sularajalle voi muodostua riittävästi Mg_2Si-erkaumia liitoksen haurastumiseksi. Näitä lisäaine/perusaine-yhdistelmiä ei suositella dynaamisesti tai iskumaisesti kuormitettuihin rakenteisiin. Jos tällaista seosyhdistelmää ei voida välttää, niin AlMg5- ja AISi5-tyyppisiä lisäaineita voidaan käyttää.</p> <p>HUOM. 2 Perusaineet esitetään niiden kemialliseen koostumukseen perustuen ilman viittausta muokattuun tai valettuun seokseen.</p> <p>a) Jos näitä seoksia hitsataan ilman lisäainetta, niin ne ovat herkkiä kuumahalkeilulle. Halkeilua voidaan estää käyttämällä kiinnintä, joka saa aikaan puristusjännitystä, tai käyttämällä sellaista lisäainetta, että hitsisulan Mg-pitoisuus on yli 3 %.</p> <p>b) Tietyissä ympäristöolosuhteissa, esim. käyttölämpötiloissa ≥ 65 °C, yli 3 % Mg sisältävät seokset voivat olla herkkiä raerajakorroosiolle ja/tai jännityskorroosiolle. Herkkyys kasvaa Mg-pitoisuuden mukaan ja/tai muokkauslujitetussa tilassa. Arvioinnissa on otettava huomioon myös sekoittumisen vaikutus hitsiaineen koostumukseen.</p> <p>c) Näiden seosten hitsausta ei suositella tehtäväksi ilman lisäainetta, koska ne ovat herkkiä kuumahalkeilulle.</p> <p>d) Taulukossa B.1 olevan tyyppin 5 raerajakorroosion- ja/tai jännityskorroosionkestävyys on parempi, jos Mg-pitoisuus ei ole yli n. 3 %. Raerajakorroosiota ja/tai jännityskorroosiota aiheuttavissa olosuhteissa hitsiaineen Mg-pitoisuus pitäisi olla sama tai ei oleellisesti korkeampi kuin perusaineessa. Tästä syystä näiden seosten hitsauksessa suositellaan käytettäväksi perusainetta vastaavia lisäaineita.</p> <p>e) Piipitoisuuden pitäisi olla mahdollisimman lähellä valetun perusaineen pitoisuutta.</p> <p>f) Jos valut ovat painevaluja, ne eivät ole korkean kaasupitoisuuden takia hitsattavia.</p> <p>g) Ei suositella – yhteensopimattomuuden takia.</p>
--

B.2 Suojakaasut

Suojakaasun valinnalla on alumiinin hitsauksessa tärkeä vaikutus hitsauksen tuottavuuteen ja hitsin laatuun.

Koska alumiini on hyvin helposti hapettava metalli, suojakaasujen pitää olla inerttejä, kuten argonia tai heliumia. Vaikka argon on käytetyin suojakaasu, niin heliumilla ja argon + helium -kaasuseoksilla on myös etuja. Puhtaan heliumin käyttö rajoittuu tasavirta-TIG-hitsaukseen.

Tällaisia etuja voivat olla:

- suurempi tunkeuma ja parempi palon muoto
- suurempi hitsausnopeus
- hitsattava aineenpaksuusalue laajempi
- pienempi esikuumennustarve
- vähemmän hitsausvirheitä, esim. huokosia

Heliumin määrän kasvaessa kaasuseoksessa tunkeuman muoto muuttuu sormimaisesta enemmän pyöreämmäksi. Lisäksi tunkeuma tulee syvemmäksi ja hitsikuvun korkeus jää matalammaksi.

Heliumin seostus argoniin suurentaa valokaaren lämpötehoa, minkä ansiosta hitsausnopeus kasvaa. Suuremman hitsausnopeuden ansiosta muutosvyöhykkeen leveys tulee kapeammaksi.

Samasta syystä suurempien aineenpaksuuksien hitsaus helpottuu. Yleensä heliumia sisältäviä kaasuseoksia ei suositella kuitenkaan alle 3 mm aineenpaksuuksille muissa kuin automatisoiduissa sovelluksissa.

Heliumin antama suurempi lämpöteho voi vähentää myös hitsausvirheiden, esim. huokosten ja liitosvirheiden, syntymistä.

Table B.2 (continued)

<p>NOTE 1 When welding parent metal alloys containing approximately $\geq 2\%$ Mg with A1Si5 or AISi10 type filler metal (or when welding parent metals containing $\geq 2\%$ Si with A1Mg5 type fillers) sufficient Mg_2Si precipitate may be formed at the fusion line to embrittle the joint. These combinations are not recommended for dynamic or impact loaded structures. When this alloy combination is unavoidable A1Mg5 or A1Si5 type fillers can be used.</p> <p>NOTE 2 Parent metal according to the chemical composition without relation to wrought or cast material</p> <p>a) When welded autogenously, these alloys are prone to solidification cracking. This may be prevented by applying compressive jiggling or by increasing the Mg content of the weld pool to above 3 %.</p> <p>b) Under certain environmental conditions, e.g. service at a temperature $\geq 65\text{ }^\circ\text{C}$, alloys containing $> 3\%$ Mg may be susceptible to intergranular corrosion and/or stress corrosion. The susceptibility will increase with increasing Mg content and/or work hardened condition. Allowance should be made for the effect of weld metal dilution.</p> <p>c) These alloys are not recommended to be welded autogenously as they are susceptible to solidification cracking.</p> <p>d) The intergranular corrosion and/or stress corrosion resistance of type 5 in Table B.1 is enhanced when the Mg content does not exceed $\sim 3\%$. For service environments which are potentially inducive to intergranular corrosion and/or stress corrosion the Mg content of the weld metal should be similar to and not significantly greater than that of the parent metal. Thus it is preferable to weld parent metals with corresponding filler metal alloys.</p> <p>e) The silicon content of the filler metal should be selected to provide the closest match to that of the parent metal casting alloy.</p> <p>f) When cast alloys are pressure die cast they are not weldable due to gas content.</p> <p>g) Not recommended – incompatibility of the parent metal.</p>

B.2 Shielding gases

When welding aluminium the choice of shielding gas can have an important effect on the productivity and quality of the finished joint.

Due to the sensitivity of aluminium to oxidation, inert gases such as argon and helium have to be used. Although argon is the most widely used shielding gas, there can be advantages in using helium and mixtures of argon and helium. (Pure helium is limited to DC TIG welding.)

The advantages can include:

- improved penetration and weld run shape;
- increased welding speed;
- welding a greater range of thicknesses;
- reduction in preheat temperature;
- reduced level of imperfections such as porosity.

As the level of helium in the mixture increases, the penetration profile changes from a narrow finger-like profile to a more rounded shape. The user will also see a reduction in the level of reinforcement and an increase in the depth of penetration.

For any material thickness, an increase in welding speed can be achieved by the addition of helium to argon. This is because helium transfers heat more effectively from the arc than argon. Increasing the welding speed can also lead to a reduction in the size of the heat affected zone.

The higher heat input associated with the helium rich mixtures also facilitates the welding of thicker section joints. However, high helium mixtures are not normally recommended for material thicknesses less than about 3 mm, other than in automatic applications.

The additional heat generated from the use of helium containing mixtures can also reduce the occurrence of weld imperfections such as porosity and lack of fusion face.

Liite ZA

(opastava)

Tämän eurooppalaisen standardin kohdat suhteessa EU:n direktiivien olennaisiin vaatimuksiin tai muihin määräyksiin

Tämä eurooppalainen standardi on laadittu Euroopan komission ja EFTAn CENille antaman toimeksiannon perusteella ja standardi tukee Euroopan parlamentin ja ministerineuvoston 1997-05-29 vahvistamaa direktiiviä 97/23/EEC, joka koskee jäsenmaiden lakien soveltamista painelaitteille.

Varoitus: Tämän standardin soveltamisalaan kuuluvia tuotteita saattavat koskea myös muut vaatimukset ja muut EU:n direktiivit.

Tämän standardin seuraavat kohdat lueteltuna taulukossa ZA.1 tukevat direktiivin 97/23/EEC vaatimuksia.

Tämän standardin noudattaminen on yksi tapa täyttää kyseessä olevan direktiivin ja siihen liittyvien EFTAn säädösten erityiset olennaiset vaatimukset.

Taulukko ZA.1 Tämän eurooppalaisen standardin ja direktiivin 97/23/EEC vastaavuus

Tämän standardin kohdat/alakohdat	Direktiivin 97/23/EEC:n vastaavat olennaiset vaatimukset	Huomautuksia
4 ja liite A	3.1	Laatuvaatimukset
5	4.1(e)	Perusaine
8 ja liite B	4	Hitsausaineet
8	3.1.2	Laatuvaatimukset hitseille
10...16	3.1.1	Liitokset
17...19	3.1.4	Esikuumennus/lämpötilat

Annex ZA

(informative)

Clauses of this European Standard addressing essential requirements or other provisions of EU Directives

This European Standard has been prepared under a mandate given to CEN by the European Commission and the European Free Trade Association and supports essential requirements of Directive 97/23/EEC of the European Parliament and of the Council of 29 May 1997 on the approximation of the laws of the Member States concerning pressure equipment.

WARNING: Other requirements and other EU Directives may be applicable to the product(s) falling within the scope of this standard.

The following clauses of this standard as detailed in Table ZA.1, are likely to support requirements of the Directive 97/23/EEC.

Compliance with these clauses of this standard provides one means of conforming with the specific essential requirements of the Directive concerned and associated EFTA regulations.

Table ZA.1 Correspondence between this European Standard and Directive 97/23/EEC

Clauses/sub-clauses of this European Standard	Essential requirements of Directive 97/23/EEC	Qualifying remarks/Notes
4 and Annex A	3.1	Quality requirements
5	4.1(e)	Parent metal
8 and Annex B	4	Welding consumables
8	3.1.2	Quality requirements of welds
10 to 16	3.1.1	Preparation of the joint
17 to 19	3.1.4	Preheating / Temperatures

Opastavia tietoja

Vastaavat SFS-standardit kohtaan 2 Viittaukset

EN 287-2	SFS-EN 287-2 Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa 2: Alumiini ja alumiiniseokset
EN 288-1	SFS-EN 288-1 Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metallisille materiaaleille. Osa 1: Yleiset ohjeet sulahitsaukselle
EN 288-2	SFS-EN 288-2 Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metallisille materiaaleille. Osa 2: Hitsausohjeet kaarihitsaukselle
EN 288-4	SFS-EN 288-4 Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metallisille materiaaleille. Osa 4: Alumiinin ja alumiiniseosten kaarihitsauksen menetelmäkokeet
EN 439	SFS-EN 439 Hitsausaineet. Suojakaasut kaarihitsaukselle ja -leikkaukselle
EN 573-1	SFS-EN 573-1 Alumiini ja alumiiniseokset. Muokattujen tuotteiden kemiallinen koostumus ja tuotemuodot. Osa 1: Numeerinen nimikejärjestelmä
EN 573-2	SFS-EN 573-2 Alumiini ja alumiiniseokset. Muokattujen tuotteiden kemiallinen koostumus ja tuotemuodot. Osa 2: Kemialliseen koostumukseen perustuva nimikejärjestelmä
EN 573-3	SFS-EN 573-3 Alumiini ja alumiiniseokset. Muokattujen tuotteiden kemiallinen koostumus ja tuotemuodot. Osa 3: Kemiallinen koostumus
EN 573-4	SFS-EN 573-4 Alumiini ja alumiiniseokset. Muokattujen tuotteiden kemiallinen koostumus ja tuotemuodot. Osa 4: Tuotemuodot
EN 719	SFS-EN 719 Hitsauksen koordinointi. Tehtävät ja vastuut
EN 729-2	SFS-EN 729-2 Hitsauksen laatuvaatimukset. Metallisten materiaalien sulahitsaus. Osa 2: Kattavat laatuvaatimukset
EN 729-3	SFS-EN 729-3 Hitsauksen laatuvaatimukset. Metallisten materiaalien sulahitsaus. Osa 3: vakiolaatuvaatimukset
EN 1011-1	SFS-EN 1011-1 Hitsaus. Metallisten materiaalien hitsaussuosituksien. Osa 1: Yleisohjeet kaarihitsaukselle
EN 1289	SFS-EN 1289 Hitsien rikkomaton aineenkoetus. Hitsien tunkeumanestetarkastus. Hyväksymisrajat
EN 1418	SFS-EN 1418 Hitsaushenkilöstö. Hitsausoperaattoreiden pätevyyskokeet. Metallisten materiaalien mekanisoitu ja automaattinen sulahitsaus sekä vastushitsaus
EN 1706	SFS-EN 1706 Alumiini ja alumiiniseokset. Valut. Kemiallinen koostumus ja mekaaniset ominaisuudet
EN 1780-1	SFS-EN 1780-1 Alumiini ja alumiiniseokset. Uudelleen sulatettavien harkkojen, esiseosten ja valujen nimikkeet. Osa 1: Numeerinen nimikejärjestelmä (Voimaansaattamisilmoitus)
EN 1780-2	SFS-EN 1780-2 Alumiini ja alumiiniseokset. Uudelleen sulatettavien harkkojen, esiseosten ja valujen nimikkeet. Osa 2: Kemialliseen koostumukseen perustuva nimikejärjestelmä (Voimaansaattamisilmoitus)
EN 1780-3	SFS-EN 1780-3 Alumiini ja alumiiniseokset. Uudelleen sulatettavien harkkojen, esiseosten ja valujen nimikkeet. Osa 3: Kemiallisen koostumuksen esittämissäännöt (Voimaansaattamisilmoitus)
EN 30042	SFS-EN 30042 Alumiinin kaarihitsaus. Hitsiluokat
EN ISO 4063	SFS-EN ISO 4063 Hitsaus ja sen lähiprosessit. Prosessien nimikkeet ja numerotunnukset
EN ISO 6520-1	SFS-EN ISO 6520-1 Hitsaus ja lähiprosessit. Geometrinen hitsausvirheiden luokittelu metallisissa materiaaleissa. Osa 1: Sulahitsaus
EN ISO 6947	SFS-EN ISO 6947 Hitsit. Hitsausasennot. Kaltevuus- ja kiertymiskulmien määrittely