



SIS – Standardiseringskommissionen i Sverige

Standarden utarbetad av

MNC, METALLNORMCENTRALEN

SVENSK STANDARD SS 11 11 16

Första giltighetsdag

Utgåva

Sida

1987 - 06 - 25

2

1 (16)

SIS FASTSTÄLLER OCH UTGER SVENSK STANDARD SAMT SÄLJER NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA STANDARDPUBLIKATIONER ©

Stål – Bedömning av icke-metalliska inneslutningar – Mikrometoder – Jernkontorets skala II för kvantitativ bedömning

Standarden innehåller en engelsk översättning av den svenska texten. I händelse av tvist om tolkningen av denna standard gäller den svenska versionen.

Innehåll

- 0 Orientering
- 1 Omfattning och tillämpning
- 2 Referenser
- 3 Provtagning
- 4 Storheter och enheter
- 5 Princip
- 6 Utrustning
- 7 Bedömning
- 7.1 Regler för bedömning av ett enskilt synfält
- 7.2 Alternativa metoder för bedömning
- 7.3 Bedömningsprotokoll
- 8 Beräkning
- 8.1 Beräkning av grad för grupp
- 8.2 Beräkning av grad typ typ
- 8.3 Beräkning av fysikaliska parametrar
- 9 Redovisning
- 9.1 Redovisning för bedömningsalternativ 1
- 9.2 Redovisning för bedömningsalternativ 2

0 Orientering

Denna standard är en vidareutveckling av Jernkontorets slaggskala som publicerades 1936 och som är svensk standard med beteckningen SIS 11 11 11.

Standarden beskriver en metod för bedömning av mängd, storlek och fördelning av slagginneslutningar i stål med hjälp av mikroskop och jämförelsebilder, vilka baseras på log-normalfördelning av inneslutningarnas storlek.

Ett exempel på bedömning med denna metod visas i den tekniska skriften MNC 1115.

Steel – Method for assessment of the content of non-metallic inclusions – Microscopic methods – Jernkontoret's inclusion chart II for the assessment of non-metallic inclusions

The standard contains an English translation of the Swedish text. In the event of any differences in interpretation of this standard the Swedish version shall take precedence of the English translation.

Contents

- 0 Introduction
- 1 Scope and field of application
- 2 References
- 3 Sampling
- 4 Quantities and units
- 5 Method
- 6 Equipment
- 7 Assessment
- 7.1 Rules for estimating from an individual field of vision
- 7.2 Alternative methods for assessment
- 7.3 Assessment report
- 8 Calculation
- 8.1 Calculation of grade for group
- 8.2 Calculation of grade for type
- 8.3 Calculation of physical parameters
- 9 Recording of results
- 9.1 Recording of results for assessment alternative 1
- 9.2 Recording of results for assessment alternative 2

0 Introduction

This standard was developed from Jernkontoret's inclusion chart published 1936 and being Swedish standard SIS 11 11 11.

The standard describes a method for the assessment of quantity, size and distribution of non-metallic inclusions in steel using a microscope and comparative pictures which are based on log-normal distribution of the size of the inclusions.

An example of assessment using this method is given in the technical report MNC 1115.

1 Omfattning och tillämpning

Denna standard är i första hand tillämpbar vid bedömning av slaginneslutningar i plastiskt format stål.

Metoden kan även användas för bedömning av inneslutningar i andra plastiskt formade metalliska material med analog inneslutningsbild samt för gjutna och sintrade stål.

Följande punkter skall fastställas i produktstandard, i leveransbestämmelse eller överenskommas mellan berörda parter.

- bedömningsalternativ
- storleken av de inneslutningar som skall ingå i bedömningen
- synfältsdiameter (vid användning av frekvensmetoden, se avsnitt 7.2.1)
- kontrollomfattning
- provytans läge i produkten
- redovisning av resultat
- eventuella renhetskrav på det stål som skall provas

1 Scope and field of application

This standard is applicable in the first place to the assessment of non-metallic inclusions in plastic formed steels.

The method can also be applied to the assessment of inclusions in other wrought metallic materials with analogue distribution of inclusions and to cast and sintered steels.

The following points shall be given in a product standard, or a delivery requirement, or be agreed between the parties.

- assessment alternative
- the size of the inclusions which shall be covered by the assessment
- the diameter of the field of vision (when the frequency-method is used, see clause 7.2.1)
- amount of inspection
- position of sample surface in product
- recording of results
- any cleanness requirements on the steel to be tested

2 Referenser

- SIS 11 01 11 Provtagning för mikroskopisk bedömning och bestämning av slaginneslutningar i stål
- SIS 11 11 11 Bedömning av slaginneslutningar i stål. Mikrometoder

2 References

- SIS 11 01 11 Microscopic assessing and determination of slag inclusion content in steel. Sampling
- SIS 11 11 11 Methods for assessing the slag inclusion content in steel. Microscopic methods

3 Provtagning

För provtagning och provberedning gäller SS 11 01 11.

4 Storheter och enheter

Se tabell 6 sid 15.

3 Sampling

SS 11 01 11 applies for sampling and preparation of samples.

4 Quantities and units

See table 6 page 15.

5 Princip

De icke-metalliska inneslutningarnas mängd, storlek och fördelning studeras i mikroskop och bedöms genom jämförelse med typbilder ¹⁾ (jämförelsebilder, figur 1) eller kombinationer av dessa.

5 Method

The quantity, size and distribution of the non-metallic inclusions are studied under the microscope and assessed by comparison with standard pictures ¹⁾ (comparative pictures, figure 1) or combinations of these.

1) Typbilderna i standarden är återgivna i förminskad skala. Bilder i full skala som bör användas vid bedömning kan köpas från MNC, Box 4089, 102 61 Stockholm, tfn 08 - 44 93 75 eller Jernkontoret, Box 1721, 111 87 Stockholm, tfn 08 - 22 46 20.

1) The standard pictures referred to in this standard are given in a reduced scale. Full-scale pictures, which should be used for the assessment, may be purchased from Metallnormcentralen, Box 4089, S-102 61 Stockholm, tel 08 - 44 93 75 or Jernkontoret, Box 1721, S-111 87 Stockholm, tel 08 - 22 46 20.

Skalan består av serier av typbilder indelade i fyra huvudtyper, betecknade med bokstäverna A, B, C och D. Indelningen är gjord med avseende på inneslutningarnas form efter plastisk deformation materialet.

typ A = duktila
typ B = spröda
typ C = spröd-duktila
typ D = odefornerade

Definitioner på beteckningar i denna standard ges i tabell 6.

Typerna definierar inte inneslutningarnas sammansättning. Exempelvis kan typ A (duktila) vara såväl silikat som sulfid.

Inom varje typ förekommer tre grupper av bildserier avseende inneslutningarnas tjocklek, tunn (T), medel (M) respektive grov (H). För typ A förekommer dessutom en grupp AS med nästan sfäriska inneslutningar.

Inom varje grupp är jämförelsebilderna rangordnade i fem steg (R) 1–5 efter mängden inneslutningar.

Observera att en viss fördelning av inneslutningar (inneslutningsbilden) får olika rangordning och grupptillhörighet beroende på vald synfältsdiameter. För att en jämförelse av resultat skall vara möjlig måste alltså synfältsdiametrarna vara desamma. Synfältsdiameter och förstoring skall därför alltid anges i protokoll.

Om de fysikaliska parametrarnas areaprocent inneslutningar, summa inneslutningslängd per areaenhet mm/mm² eller antal inneslutningar per mm² anges som medelvärde för analysen blir detta jämförbart för inneslutningar inom gemensamt storleksintervall även om synfältsdiametrarna varierar.

Vald synfältsdiameter (d) bestämmer det storleksintervall inom vilket inneslutningar kan bedömas. Synfältsdiametern väljs därför med hänsyn till den minsta inneslutningsstorlek (L_{\min}) man önskar bedöma. För max-metoden (se avsnitt 7.2.2) skall synfältsdiametern alltid vara 0,8 mm.

Generellt gäller att

$$d = L_{\min} \times f$$

där

$f = 24$ för enskilda inneslutningar av typ A och för stråk av typ B

$f = 18$ för enskilda inneslutningar av typ C

$f = 200 \sqrt{2}$ för enskilda inneslutningar av typ B och D

The chart consists of series of standard pictures divided into four main types, with the designations A, B, C and D. The classification is based on the shape of the inclusions after plastic deformation of the material.

type A = ductile
type B = brittle
type C = brittle-ductile
type D = undeformed

Definitions of designations in this standard are given in table 6.

The types do not define the composition of the inclusions. For example, type A (ductile) may be either a silicate or a sulphide.

Each type is divided into three groups of picture series based on the thickness of the inclusions, thin (T), medium (M) or heavy (H). Type A also has an AS group, with almost spherical inclusions.

Within each group the comparative pictures are rated into five rating numbers (R) 1–5 based on the quantity of inclusions.

Note that a specific distribution of inclusions (inclusion picture) will get a different rating and will belong to a different group depending on the diameter of the field of vision chosen. In order to make it possible to compare the results, the diameters of field of vision shall all be the same. The diameter of the field of vision and the magnification shall therefore always be reported with the test results.

If the physical parameters area percent inclusions, total inclusion length per unit area mm/mm² or number of inclusions per mm² are stated as mean values for the analysis, these shall be comparable for inclusions in a common size range, even if the diameters of the fields of vision are different.

The diameter of field of vision selected (d) determines the size range in which the inclusions may be assessed. The diameter of the field of vision is therefore selected on the basis of the smallest size of inclusions (L_{\min}) included in the assessment. For the "maximum-grades" method (see clause 7.2.2) the diameter of the field of vision shall always be 0,8 mm.

In general

$$d = L_{\min} \times f$$

where

$f = 24$ for single inclusions of type A and for series of type B

$f = 18$ for single inclusions of type C

$f = 200 \sqrt{2}$ for single inclusions of types B and D

Den största (längsta) inneslutningen som kan bedömas är lika med d för typ A, C och stråk av B. För typ D är den största inneslutningen $0,028 d$.

Om den valda synfältsdiametern ej täcker in alla inneslutningsstorlekar som skall bedömas kan kompletterande bedömningar göras med större synfältsdiametrar.

Inneslutningar utanför jämförelsebildernas omfång kan anges som udda inneslutningar.

6 Utrustning

Mikroskop som medger bedömning vid olika förstoringar.

Bildfältet skall innehålla en mätskala.

7 Bedömning

7.1 Regler för bedömning av ett enskilt synfält

Inneslutningarna i synfältet identifieras och betecknas med hjälp av bildskalan. Tabell 1 redovisar bildskalans beteckningar.

Varje jämförelsebild har fått namn som innehåller två bokstäver och en siffra.

Tabell 1 – Uppbyggnad av bildserier

Table 1 – Picture structure

Typ A Duktila Type A Ductile	Grupp – Group				Grupp – Group			Grupp – Group			Grupp – Group		
	AT	AM	AH	AS	BT	BM	BH	CT	CM	CH	DT	DM	DH
Rang Rating													
1	AT1	AM1	AH1	AS1	BT1	BM1	BH1	CT1	CM1	CH1	DT1	DM1	DH1
2	AT2	AM2	AH2	AS2	BT2	BM2	BH2	CT2	CM2	CH2	DT2	DM2	DH2
3	AT3	AM3	AH3	AS3	BT3	BM3	BH3	CT3	CM3	CH3	DT3	DM3	DH3
4	AT4	AM4	AH4	AS4	BT4	BM4	BH4	CT4	CM4	CH4	DT4	DM4	DH4
5	AT5	AM5	AH5	AS5	BT5	BM5	BH5	CT5	CM5	CH5	DT5	DM5	DH5

Varje synfält bedöms med hjälp av jämförelseskalans bilder och synfältets innehåll anges enligt nedan angivna regler på ett registreringsprotokoll (se MNC 1115).

Jämförelseskalans bilder kan kombineras enligt följande system:

- 1 Synfältet kan motsvaras av en jämförelsebild.

The largest (longest) inclusion which can be determined is equal to d for type A, C and for B series. For type D the largest inclusion is $0,028 d$.

If the diameter of field of vision selected does not cover all the sizes of inclusions to be assessed, additional assessments may be made with larger fields of vision.

Inclusions not included in the comparative pictures may be given as odd inclusions.

6 Equipment

Microscope, with which assessments can be made at different magnifications.

The field of vision shall contain a measuring scale.

7 Assessment

7.1 Rules for assessment from an individual field of vision

The inclusions in the field of vision are identified and designated using the picture chart. Table 1 shows the designations on the picture chart.

Each comparative picture has a name with two letters and one figure.

Each field of vision is assessed by comparison with the picture chart and the content is given in a report in accordance with the rules given below (see MNC 1115).

The pictures in the comparative chart can be combined as follows:

- 1 The field of vision can be represented by one comparative picture.

- | | |
|---|--|
| <p>2 Synfältet kan motsvaras av flera jämförelsebilder ur skalan, såväl inom en grupp som ur flera olika grupper.</p> <p>Exempel: AT2 och AT3 (samma grupp)</p> <p style="padding-left: 40px;">AT4, AM3, AH2 och AS3 (flera grupper, samma typ)</p> <p style="padding-left: 40px;">AT3, BM2, BH1, CT2 och DM2 (flera grupper, flera typer)</p> | <p>2 The field of vision can be represented by several comparative pictures from the chart, either from one group or from several different groups.</p> <p>Example: AT2 and AT3 (same group)</p> <p style="padding-left: 40px;">AT4, AM3, AH2 and AS3 (several groups, same type)</p> <p style="padding-left: 40px;">AT3, BM2, BH1, CT2 and DM2 (different groups, different types)</p> |
| <p>3 Innehållet i en jämförelsebild kan läggas samman till en inneslutning, vilket markeras med tecknet + (plus).</p> <p>Exempel: AT3+ (innebär att de 4 inneslutningarna i jämförelsebild AT3 läggs samman till en partikel med längd lika med den totala längden i bilden.</p> | <p>3 The content of one comparative picture can be combined into one inclusion, which is marked with the sign + (plus).</p> <p>Example: AT3+ (means that the four inclusions in the AT3 comparative picture are combined into one inclusion with a length equal to the total length in the picture.</p> |
| <p>4 Inom samma grupp kan en rangordnad bild subtraheras från en annan vilket markeras med tecknet - (minus) efter den lägre rangen.</p> <p>Exempel: AT3 AT1- (innebär att resultatet blir en bild med tre inneslutningar).</p> | <p>4 Within one group, one rated picture may be subtracted from another, which is marked with the sign - (minus) after the lower rating.</p> <p>Example: AT3 AT1- (meaning a picture with three inclusions).</p> |
| <p>5 Reglerna 3 och 4 kan kombineras.</p> <p>Exempel: AT3+ AT2- (innebär en inneslutning med längd motsvarande totallängden i AT3 minskat med totallängden i AT2).</p> | <p>5 Rules 3 and 4 can be combined.</p> <p>Example: AT3+ AT2- (means one inclusion with a length corresponding to the total length in AT3 minus the total length in AT2).</p> |
| <p>6 Funktionen faktor F används då en bild behöver användas flera gånger, eller då delar av en bild behöver användas.</p> <p>Exempel: AS3F7 (innebär att bild AS3 skall användas 7 gånger).f</p> <p style="padding-left: 40px;">AT1F/2 F14 innebär att bildens duktila inneslutning reduceras till halva längden och denna inneslutning repeteras 14 gånger.</p> <p style="padding-left: 40px;">För typ B reduceras både antalet enskilda partiklar och längden hos stråket.</p> | <p>6 The function factor F is used when a picture needs to be used several times, or when parts of a picture need to be used.</p> <p>Example: AS3F7 (means that picture AS3 shall be used 7 times).</p> <p style="padding-left: 40px;">AT1F/2 F14 means that the ductile inclusion in the picture is reduced to half the length and this inclusion is repeated 14 times.</p> <p style="padding-left: 40px;">For type B both the number of inclusions and the length of the series are reduced.</p> |
| <p>7 Om inneslutningar är för stora att bedömas enligt jämförelsebilderna anges storleken i skaldelar (sd). Utdragna inneslutningar anges med längd x bredd. Udda inneslutningar betecknas med P efter typbeteckning.</p> <p>Exempel: CP10 x 4 (innebär en inneslutning av typ C med längd 10 skaldelar och bredd 4 skaldelar).</p> <p style="padding-left: 40px;">AP50 x 1/4 (innebär en inneslutning av typ A med längd 50 skaldelar och bredd 1/4 skaldel).</p> | <p>7 If inclusions are too large to be assessed from the comparative pictures, the size is given in scale units (sd). Long inclusions are given with length x width. Odd inclusions are designated with a P after the type designation.</p> <p>Example: CP10 x 4 (means an inclusion of type C with length 10 scale units and width 4 scale units).</p> <p style="padding-left: 40px;">AP50 x 1/4 (means an inclusion of type A with length 50 scale units and width 1/4 scale unit).</p> |

8 För stråk av typ B, som inte kan bedömas enligt jämförelsebilderna anges stråkets längd x bredd i skaldelar, och uppskattad medelpartikelstorlek k i skaldelar samt uppskattat antal inneslutningar.

Exempel: BP120 x 10, 1/3, 75 (innebär ett stråk av typ B med längd och bredd 120 respektive 10 skaldelar, en uppskattad medelpartikelstorlek av 1/3 skaldel och 75 partiklar i stråket).

9 Agglomerat av inneslutningar anges som ett stråk med längd x bredd i skaldelar följt av beteckningar för innehållet i stråket.

Exempel: BP80 x 10, BT3+, BM2, CM2 innebär att anhopningen av inneslutningar har längden 80 skaldelar och bredd 10 skaldelar och att stråkets innehåll motsvaras av bilderna BT3+, BM2 och CM2.

7.2 Alternativa metoder för bedömning

7.2.1 Alternativ 1 – Frekvens av grader

Minst 30 synfält innehållande aktuell typ av inneslutningar skall bedömas. Synfälten skall vara jämnt fördelade över provytan.

Totala antalet synfält noteras. För varje synfält innehållande inneslutningar beräknas grader för varje grupp enligt avsnitt 8. Grader kan omvandlas till fysikaliska parametrar enligt avsnitt 8.3.

7.2.2 Alternativ 2 – Maximala grader

Vid denna bedömning skall synfältsdiametern vara 0,8 mm. Hela provytan eller minst 160 mm² avses. Maximala graden (G_{\max}) för varje grupp och typ beräknas enligt avsnitt 8. Grader kan omvandlas till fysikaliska parametrar enligt avsnitt 8.3.

Detta alternativ kan användas om det inte krävs fullständig redovisning av frekvensfördelningen.

8 For a stringer aligned series of type B, which cannot be assessed from the comparative picture, the length and width of the series is given in scale units, as is the estimated mean inclusion size in scale units followed by the estimated number of inclusions.

Example: BP120 x 10, 1/3, 75 (means a series of type B with length and width 120 and 10 scale units respectively, an estimated mean inclusion size of 1/3 scale unit and 75 inclusions in the series).

9 Agglomerates of inclusions are given as series with length x width i in scale units followed by the designations of the contents of the series.

Example: BP80 x 10, BT3+, BM2, CM2 means that the agglomerate of inclusions has a length of 80 scale units and a width of 10 scale units and that the content of the series corresponds to pictures BT3+ with BM2 and CM2.

7.2 Alternative methods for assessment

7.2.1 Alternative 1 – Frequency of grades

At least 30 fields of vision containing the type of inclusion in question shall be surveyed. The fields of vision shall be uniformly distributed over the test surface.

The total number of fields of vision are recorded. For each field of vision containing inclusions, the grades of each group are calculated in accordance with clause 8. The grades may be converted to physical parameters in accordance with clause 8.3.

7.2.2 Alternative 2 – Maximum grades

For this assessment the diameter of the field of vision shall be 0,8 mm. The entire test surface or at least 160 mm² shall be examined. The maximum grade (G_{\max}) of each group and type shall be calculated in accordance with clause 8. The grades may be converted to physical parameters in accordance with clause 8.3.

This alternative may be used if a full recording of the frequency distribution is not required.

7.3 Bedömningsprotokoll

7.3.1 Enligt bedömningsalternativ 1

Protokoll med följande innehåll upprättas:

- uppgifter som medger identifiering av prov
- synfältsdiameter och förstoring
- totalt antal synfält
- rang för varje grupp som ingår i respektive synfält enligt regler för bedömning

7.3.2 Enligt bedömningsalternativ 2

Protokoll med följande innehåll upprättas:

- uppgifter som medger identifiering av prov
- synfältsdiameter och förstoring
- avsökt area
- för vardera typerna A, B, C och D, bedömning av det synfält som innehåller största mängden inneslutningar av respektive grupp och typ.

8 Beräkning

8.1 Beräkning av grad för grupp

För varje kombination av rangordnade jämförelsebilder beräknas grad för varje grupp enligt nedanstående formler

där

k = antalet jämförelsebilder

R = rang för varje bild

F = funktionen faktor F enligt regel 6, avsnitt 7.1. (Då denna faktor ej används sätts $F = 1$).

För alla grupper (YY) * i jämförelseskalan beräknas:

grad avseende area (GA grupp YY) enligt

$$GA \text{ group YY} = \ln \left(\sum_{i=1}^k F \cdot 2^R \right) / \ln(2)$$

* YY betecknar en enskild grupp t ex AT, CT etc.

7.3 Assessment report

7.3.1 For assessment alternative 1

A report shall be prepared with the following content:

- information for the identification of the sample
- diameter of field of vision and magnification
- total number of fields of vision
- rating of each group in each field of vision in accordance with the rules for estimation

7.3.2 For assessment alternative 2

A report shall be prepared with the following content:

- information for identification of the sample
- diameter of field of vision and magnification
- area examined
- for each of the types A, B, C and D, estimation of the field of vision which contains the largest quantities of inclusions of each group and type.

8 Calculation

8.1 Calculation of grades for the groups

For each combination of rated comparative pictures, the grade of each group shall be calculated in accordance with the following formula

where

k = number of comparative pictures

R = rating of each pictures

F = function factor F in rule 6, clause 7.1 (When this factor is not used than $F = 1$).

The following shall be calculated for all groups (YY) * in the comparative chart:

grade relating to area (GA group YY) from

* YY designates an individual group e.g. AT, CT etc.

Undantag: Om funktionen faktor F används för delar av en bild av typ A skall grad avseende area beräknas enligt följande formler:

Exception: If function factor F is used for parts of a picture of type A than grade relating to area is calculated according to the following formulas:

$$GA \text{ group AT} = \ln \left(\sum_{i=1}^k [F^{2-0,7 \cdot 0,937 (d)^{-0,2916}}] \cdot 2R \right) / \ln(2)$$

$$GA \text{ group AM} = \ln \left(\sum_{i=1}^k [F^{2-0,5 \cdot 0,937 (d)^{-0,2916}}] \cdot 2R \right) / \ln(2)$$

$$GA \text{ group AH} = \ln \left(\sum_{i=1}^k [F^{2-0,3 \cdot 0,937 (d)^{-0,2916}}] \cdot 2R \right) / \ln(2)$$

$$GA \text{ group AS} = \ln \left(\sum_{i=1}^k [F^{2-0,1 \cdot 0,937 (d)^{-0,2916}}] \cdot 2R \right) / \ln(2)$$

grad avseende längd (GL grupp YY) beräknas enligt

grade relating to length (GL group YY) is calculated from

$$GL \text{ group YY} = \ln \left(\sum_{i=1}^k F \cdot 2R \right) / \ln(2)$$

undantag: grupperna YY = CT, CM och CH där

except for YY = CT, CM, and CH where

$$GL \text{ group YY} = \ln \left(\sum_{i=1}^k F \cdot 2.1R \right) / \ln(2.1)$$

grad avseende antal (GN grupp YY) * beräknas enligt

grade relating to number (GN group YY) * is calculated from

$$GN \text{ group YY} = \ln \left(\sum_{i=1}^k F \cdot 2R \right) / \ln(2)$$

För inneslutningar utanför bildskalan som angetts enligt regel 7 avsnitt 7.1 beräknas grad enligt tabell 2.

For inclusions outside the picture chart, as given in rules 7, sub-clause 7.1, the grade shall be calculated in accordance with table 2.

* En rangordnad jämförelsebild med + (plustecken) grån grupp A eller grupp C får grad 1 avseende antal.

* A rated comparative picture from group A or group C with + (plussign) obtains grade 1 relating to number.