

TRE/MOT	SPECIFICA TECNICA MATERIALI <i>MATERIALS TECHNICAL SPECIFICATION</i>
---------	---

ANELLI DI CORTO CIRCUITO
 FORGIATI IN LEGA DI RAME Cu Cr Zr UNI 5649 parte 2^a

*Cu Cr Zr COPPER ALLOY FORGED SHORT-CIRCUIT RINGS
 ACCORDING TO UNI 5649 2nd part*

Questo documento è proprietà di Hitachi Rail Italy S.p.A. e non può essere riprodotto o il suo contenuto comunicato a terzi senza autorizzazione scritta di di Hitachi Rail Italy S.p.A.

Livello di riservatezza

Copyright reserved.

È vietato consegnare a terzi o riprodurre questo documento, utilizzarne il contenuto o renderlo comunque noto a terzi senza esplicita autorizzazione. Ogni infrazione comporta il risarcimento dei danni subiti. Sono riservati tutti i diritti derivanti dalla concessione di brevetti per invenzioni industriali di utilità o di brevetti per modelli ornamentali. The reproduction, distribution and utilization of this document as well as the communication of its contents to other without express authorization is prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages. All rights reserved in the event of the grant of a patent, utility model or design.

211MD40120B.Dot	Created	23-05-2016	Maiello	ANELLI DI CORTO CIRCUITO IN RAME <i>COPPER ALLOY SHORT-CIRCUIT RINGS</i>		
211MW40294B.docx	Checked	23-05-2016	Maiello			
	Approved	24-05-2016	Porzio			
		Date	Name			
 HITACHI Hitachi Rail Italy, SpA		it/en	SI			
		211MW40294B			02	I/II

RIEPILOGO REVISIONI REVISION NOTIFICATION		
Indice <i>Index</i>	Data <i>Date</i>	Descrizione revisione <i>Revision description</i>
00	9-6-92	Prima emissione <i>First issue</i>
01	30-11-94	Modificati par.: 5.3, 6.2.3.1, 6.2.3.2, 7.2 e 7.3 <i>Modified par.: 5.3, 6.2.3.1, 6.2.3.2, 7.2 and 7.3</i>
02	24-5-16	Dove presente, il vecchio nome della società è stato sostituito con Hitachi Rail Italy. Aggiunta sezione in lingua inglese <i>Where shown, the old name of the company was replaced with Hitachi Rail Italy</i> <i>Added english language section</i>

[illegible]

Sezione 1 – *Lingua italiana*

Sommario:

1.	Generalità	2
2.	Scopo.....	2
3.	Processo di fabbricazione	2
4.	Trattamenti termici	2
5.	Requisiti tecnici	2
6.	Collaudo.....	3
7.	Condizioni generali di fornitura	5

1 GENERALITÀ

La presente specifica riguarda gli anelli di corto circuito in lega di rame Cu Cr Zr UNI 5649 parte 2^a, ricavati da lavorazione plastica di forgiatura, termotrattati e lavorati a disegno, impiegati nella costruzione delle gabbie rotoriche dei motori asincroni di trazione.

2 SCOPO

Definire le caratteristiche chimiche, elettriche, meccaniche e dimensionali e precisare le condizioni tecniche di fornitura e collaudo.

3 PROCESSO DI FABBRICAZIONE

Il processo di fabbricazione (coi relativi controlli intermedi e finali) deve essere sottoposto alla preventiva approvazione dell'Acquirente.

Il ciclo di fucinatura adottato deve essere condotto in modo da assicurare la maggiore lavorazione plastica a caldo del materiale e realizzare una struttura con dimensione del grano la più fine e uniforme possibile.

A meno di accordi particolari tra Fornitore e Acquirente, il rapporto globale di fucinatura deve essere > 3 .

4 TRATTAMENTI TERMICI

Dopo la lavorazione plastica a caldo, gli anelli devono essere sottoposti a tempra di soluzione (realizzata attraverso le due fasi successive di solubilizzazione e raffreddamento di tempra in acqua) e al successivo trattamento di invecchiamento termico.

Le modalità sono a discrezione del Fornitore a condizione che vengano rispettati i valori prescritti della conduttività elettrica e delle caratteristiche meccaniche.

5 REQUISITI TECNICI

- Materiale
- Composizione chimica percentuale
- Caratteristiche elettriche
- Caratteristiche meccaniche
- Caratteristiche dimensionali

5.1 Materiale

Lega di rame Cu Cr Zr UNI 5649 parte 2^a

5.2 Composizione chimica percentuale

Cromo (Cr)	0.50 ÷ 1.20
Zirconio (Zr)	0.04 ÷ 0.20
Rame (Cu)	resto
Impurità globali	≤ 0.10

5.3 Caratteristiche elettriche

Conduttività elettrica a 20 °C	≥ 43 MS/m
corrispondente a	≥ 75 IACS %

5.4 Caratteristiche meccaniche allo stato di fornitura

- Carico unitario di rottura	≥ 370 N/mm ²
- Carico unitario di snervamento	≥ 280 N/mm ²
- Allungamento percentuale	≥ 18 %
- Durezza Brinell HB	≥ 120 kg/mm ²

5.5 Caratteristiche dimensionali

Tutte le caratteristiche dimensionali sono riportate sul disegno di ordinazione.

6 COLLAUDO

Il collaudo deve essere eseguito presso il Fornitore e sarà a sua cura. Se indicato nell'ordine, esso avverrà alla presenza di un Incaricato Hitachi Rail Italy ed eventualmente di altri Enti (FS o altri). In tal caso il Fornitore è tenuto a comunicare la data di collaudo con un preavviso di almeno 5 giorni lavorativi. Hitachi Rail Italy si riserva comunque il diritto di ispezioni periodiche (previo avviso) presso il Fornitore per accertarsi che tutte le esigenze qualitative vengano soddisfatte. Un secondo collaudo sarà eseguito da Hitachi Rail Italy al momento della ricezione della merce, secondo un proprio piano di collaudo interno. Il materiale comunque accettato che in seguito rivelasse imperfezioni non riscontrate dal Fornitore o che in seguito a prove o analisi non risultasse in accordo con la presente specifica potrà essere scartato o contestato tutto o in parte al Fornitore.

6.1 Prove e controlli

Ogni lotto di fornitura deve essere sottoposto alle prove e ai controlli riportati nei paragrafi che seguono.

6.1.1 Analisi chimica

Deve essere effettuata per via umida o con altri strumenti su ogni colata del prodotto. Hitachi Rail Italy potrà eventualmente richiedere di effettuare controlli dell'analisi chimica su trucioli di materiali asportati da spezzoni di provini di trazione. In ogni caso, la composizione chimica deve essere conforme alle prescrizioni riportate al par. 5.2.

6.1.2 Conduttività elettrica

Il controllo della conduttività elettrica deve essere eseguito sul 100% degli anelli e in più punti, con apparecchio tarato secondo ASTM B 342 (es. Sigmatest tipo Forster).
In nessun caso il valore deve essere inferiore a quello prescritto al par. 5.3.

6.1.3 Prove meccaniche

6.1.3.1 Prova di trazione

La prova di trazione deve essere eseguita, secondo UNI EN 10002 parte 1^a, su provette ricavate nel seno tangenziale di un anello appartenente alla stessa colata, forgiato nelle stesse condizioni e sottoposto agli stessi trattamenti termici del lotto di pezzi che esso rappresenta, presentato al collaudo.

I valori ottenuti devono essere conformi a quelli riportati nel par. 5.4.

6.1.3.2 Prova di durezza

Il controllo della durezza Brinell HB deve essere effettuato sul 100% degli anelli, secondo UNI 560. In nessun punto il valore deve essere inferiore a quello riportato nel par. 5.4.

6.1.4 Controllo dimensionale

Il controllo dimensionale deve essere eseguito su tutti i pezzi e rispettare quanto indicato sul disegno di ordinazione.

6.1.5 Controlli non distruttivi

6.1.5.1 Esame micrografico

Sulla provetta per la prova di trazione deve essere eseguita una micrografia a 100 ingrandimenti per il controllo della struttura metallografica e della dimensione del grano.

I risultati devono essere conformi a quelli determinati sulle micrografia 100X campione rilasciata dal Fornitore a inizio fornitura.

6.1.5.2 Esame ultrasonoro

Il controllo deve essere eseguito su tutti i pezzi, sgrossati e sul 100% della loro superficie, in modo da evidenziare i difetti comunque orientati.

Per la valutazione dei difetti si segue il metodo AVG per il quale le discontinuità sono valutate in termini di difetti equivalenti (ϕ eq.).

Le discontinuità massime accettabili costituiscono i limiti dimensionali superiori oltre i quali il difetto non è accettabile.

Ai fini del presente controllo le discontinuità massime accettabili sono: ϕ eq. ≤ 2 mm

Limiti di accettabilità:

- il pezzo non deve presentare nessun difetto con ϕ eq. > 2 mm
- il pezzo non deve presentare difetti lineari del tipo "cricca". In tal caso, il pezzo deve essere scartato a prescindere dall'estensione della cricca e dall'ampiezza degli echi di difetto.
- sono ammessi difetti singoli con ϕ eq. ≤ 2 mm purché di lunghezza inferiore a 5 mm e aventi distanza tra loro superiore al ϕ della sonda impiegata.

6.1.5.3 Esame con liquidi penetranti

Il controllo deve essere eseguito su tutti i pezzi sgrossati e sul 100% della loro superficie con le modalità riportate nella prescrizione Hitachi Rail Italy 368ME00001B "Controllo con liquidi penetranti di componenti di motori elettrici di trazione".

Limiti di accettabilità:

Sono accettabili tutti gli anelli per i quali si verifichino le condizioni di seguito riportate:

- non vi siano indicazioni lineari (lunghezza maggiore di 3 volte la larghezza) > 1.5 mm
- non vi siano indicazioni tondeggianti > 2 mm
- non vi siano indicazioni distanti tra loro meno di 50 mm
- non vi siano più di 5 indicazioni accettabili per ogni anello

Se non si verificano tutte le condizioni sopra citate, deve essere interpellato l'ufficio di Progettazione Motori di Hitachi Rail Italy che prenderà una decisione in base alle reali dimensioni dei difetti, del risultato del controllo ultrasonoro e delle altre prove previste.

7 CONDIZIONI GENERALI D FORNITURA

7.1 Certificazione

Ogni lotto di fornitura deve essere consegnato accompagnato dai seguenti certificati:

- Analisi chimica di colata
- Caratteristiche elettriche
- Caratteristiche meccaniche
- Dimensione del grano (micrografia a 100 ingrandimenti)
- Esame ultrasonoro
- Esame con liquidi penetranti
- Controllo dimensionale
- Diagrammi dei trattamenti termici (solubilizzazione e invecchiamento)

7.2 Contrassegni

Su ogni anello, in prossimità dell'estremità di una superficie piana, devono essere stampigliati i seguenti dati:

- Marchio di fabbrica del Fornitore
- Numero di colata
- Numero progressivo del pezzo

7.3 Spedizione

Gli anelli devono essere imballati in modo da evitare danni durante il trasporto e la movimentazione.

Section 2 – *English language*

Summary:

1.	Abstract.....	7
2.	Scope.....	7
3.	Manufacturing process.....	7
4.	Heat treatments	7
5.	Technical requirements.....	7
6.	Testing	8
7.	General terms of supply.....	10

1. ABSTRACT

This specification refers to short-circuit rings of copper alloy Cu Cr Zr UNI 5649 2nd part, obtained by forging plastic working, heat-treated and machined according to the order drawing, used in manufacture of the rotor cages of asynchronous traction motors.

2. SCOPE

Define the chemical, electrical, mechanical and dimensional features and specify the technical conditions of supply and testing.

3. MANUFACTURING PROCESS

The manufacturing process (with its internal and final inspections) must be submitted to the prior approval of the Purchaser. The forging cycle adopted must be performed so as to ensure the highest hot manufacturing of the material and create a structure with the grain size the finest and most uniform as possible.

Unless special agreements between Supplier and Buyer, the global forging report must be > 3.

4. HEAT TREATMENTS

After the plastic hot working, the rings must be submitted to quenching solution (made through the two successive phases of solution heat-treatment and quenching cooling in water) and the subsequent thermal aging treatment.

The modalities are at the discretion of the Supplier, provided that they comply with the required values of the electrical conductivity and mechanical features.

5. TECHNICAL REQUIREMENTS

- Material
- Chemical composition
- Electrical features
- Mechanical features
- Dimensional features

5.1 Material

Copper alloy Cu Cr Zr UNI 5649 2nd part

5.2 Chemical percentage composition

Chrome (Cr)	0.50 ÷ 1.20
Zirconium (Zr)	0.04 ÷ 0.20
Copper (Cu)	remaining
Global impurities	≤ 0.10

5.3 Electrical features

Electrical conductivity at 20 °C	≥ 43 MS/m
corresponding to	≥ 75 IACS %

5.4 Mechanical features

- Tensile strength	≥ 370 N/mm ²
- Yeld strength	≥ 280 N/mm ²
- Elongation	≥ 18 %
- Brinell hardness HB	≥ 120 kg/mm ²

5.5 Dimensional features

All dimensional features are shown on the order drawing.

6. TESTING

Testing must be performed at the supplier at his expense. If specified in the order, it must be performed in the presence of an Hitachi Rail Italy Inspector and eventually in the presence of Inspectors from other Institutions (FS or other). In this case, the Supplier must communicate the date of testing with notice of at least 5 working days. Hitachi Rail Italy reserves the right to carry out periodic inspection (upon notice) at the Supplier in order to ensure that the standards of quality are met. Another test will be performed by Hitachi Rail Italy upon receipt of the goods, according to its own internal testing plan. However, if the material that has been accepted should have imperfections not detected by the Supplier or after further testing or analysis it does not meet this specification, it may be discarded wholly or in part.

6.1 Tests and checks

Each supply batch must be subjected to tests and checks listed in the following paragraphs.

6.1.1 Chemical analysis

Must be performed by wet process or with other equipments on each casting. Hitachi Rail Italy will eventually require to perform the chemical analysis check on shavings taken from parts of the tensile test specimens. In any case, the chemical composition must comply with the requirements indicated in the in the par. 5.2.

6.1.2 Electrical conductivity

Must be performed on 100% of the rings and in several points, with an equipment calibrated according to ASTM B 342 (e.g. Sigmatest Forster type).

At no point the value must be less than the specified value indicated in the par. 5.3.

6.1.3 Mechanical tests

6.1.3.1 Tensile test

The tensile test must be performed, according to UNI EN 10002 1st part, on specimens taken from the tangential sine of a ring belonging to the same casting, forged under the same conditions and subjected to the same heat treatment of the batch of pieces that it represent and given for testing.

6.1.3.2 Hardness test

HB Brinell hardness test must be performed on 100% of the rings, according to UNI 560. At any point the value must not be less than the one shown in the par. 5.4.

6.1.4 Dimensional check

The dimensional check must be performed on all pieces and comply with the indications on the order drawing.

6.1.5 Non-destructive testing

6.1.5.1 Micrographic testing

On the specimen for the tensile test shall be performed a micrography at 100 enlargements for the inspection of the metallographic structure and of the grain size.

The results must comply with those determined by the sample 100X micrography given by Supplier at the start of supply.

6.1.5.2 Ultrasonic testing

Test must be performed on all pieces, roughly shaped, and on 100% of their surface, so as to highlight the defects anyhow oriented.

For the evaluation of defects it must be followed the AVG method for which the discontinuities are measured in terms of equivalent defects (ϕ eq.).

The maximum acceptable discontinuities constitute the highest dimensional limits beyond which the defect is not acceptable.

For the purposes of this check, the maximum acceptable discontinuities are: ϕ eq. ≤ 2 mm

Limits of acceptance

- The piece must not have any defect with ϕ eq. > 2 mm
- The piece must not have linear defects, such as crack. In this case, the piece must be discarded regardless of the extension of the crack and the amplitude of the defects' echoes.
- Single defects with ϕ eq. ≤ 2 mm are accepted, provided that the length is less than 5 mm and the distance between them is higher than the ϕ of the probe used.

6.1.5.3 Penetrant test

The test must be performed on all roughly shaped pieces on 100% of their surface, in the manner specified in the Hitachi Rail Italy prescription no. 368ME00001B "Penetrant testing on components for electric traction motors".

Limits of acceptance

The rings to be accepted are the ones for which all the following conditions are met:

- there are no linear indications (length 3 times greater than the width) > 1.5 mm
- there are no roundish indications > 2mm
- there are no indications distant from each other less than 50 mm
- there are no more than 5 indications acceptable for each ring

If do not occur all of the above conditions, the Supplier must contact the Motor Design Department of Hitachi Rail Italy which will take a decision according to the real extent of the defects, the result of the ultrasonic testing and other required tests.

7 GENERAL TERMS OF SUPPLY

7.1 Certification

Each supplying batch must be delivered together with the following certificates:

- Casting chemical analysis
- Electrical features
- Mechanical features
- Grain size (100 enlargements' micrography)
- Ultrasonic testing
- Penetrant testing
- Dimensional check
- Diagram of heat treatment (solution heat-treatment and aging)

7.2 Marking

On each ring must be stamped the following data near the edge of a flat surface:

- Trademark of Supplier
- Casting number
- Progressive number of the piece

7.3 Delivery

Rings must be packed in order to avoid damages during transportation and handling.
