



Test comparativi di lucidatura

Alta tecnologia in un prodotto apparentemente povero

di Dr Sergio Carbonini

I prodotti diamantati per finishing (impropriamente lucidatura) ad abrasivo libero, inteso come diamante contenuto in veicoli di viscosità da acquosa a cerosa passando per tutti gli stati intermedi, sono prodotti di nicchia poco studiati, e quindi non classificati da alcuna normativa. I parametri di lavoro (pressioni, concentrazioni, granulometrie e tipi di diamanti) sono determinati empiricamente dagli utilizzatori con una molteplicità di prove sino al raggiungimento dei gradi di finitura da loro considerati ottimi.

Qualora però, per un qualsivoglia motivo, siano variate alcune condizioni operative, ad esempio: il tipo o il grado di prefinitura del materiale da lavorare, i veicoli diamantati utilizzati per la finitura o la loro sequenza d'impiego, l'utilizzatore deve riprovare con una serie di test che possono, a volte, indurlo a valutazioni comparative errate.

Per aiutare gli utilizzatori ad una corretta comparazione sia di costi, sia di qualità, sono state effettuate presso il Laboratorio di metallografia dell'RTM BREDA (accreditato ISO17025:2005 Accredia e Nadcap) prove comparative, con parametri eguali e costanti, di lucidatura di provini metallografici di due diverse tipologie.

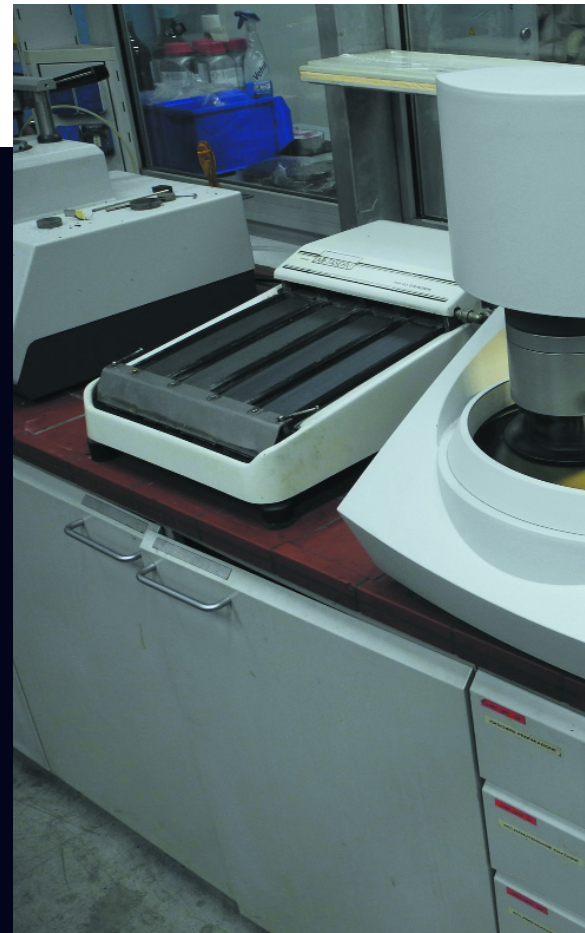
TEST COMPARATIVO TRA DIVERSE TIPOLOGIE DI DIAMANTE

I test sono stati realizzati utilizzando due campioni di veicoli (impropriamente paste) diamantati:

- 1) di un primario produttore americano contenente diamante monocristallino;
- 2) di un primario produttore italiano contenente diamante policristallino (brevetto Du Pont).

Per meglio comprendere i dati allegati occorre considerare che i test sono stati condotti in condizioni operative che tengono conto delle diverse peculiarità operative dei due tipi di diamante. In particolare il diamante policristallino presenta una superficie che più si avvicina alla struttura di una fresa ed un modo di frantumazione che interessa prevalentemente i monocristalli esterni.

Quindi, per ottenere lo stesso grado di rugosità, deve essere usata una granulometria doppia di quella del monocristallino: M6 (4-8 μ) per il diamante policristallino, M3 (2-4 μ) per il diamante monocristallino. Una compara-



Comparative tests of finishing

High technology for a not so simple product

by Dr Sergio Carbonini

Diamond products for finishing (improperly called polishing) containing free abrasive particles are niche products not yet very well studied and, therefore, not classified according to any specific regulation. In these products diamond grains are suspended in a carrier which viscosity can vary

from aqueous to waxy passing through all the intermediate states. Processing parameters (pressure, concentration, grit size and type of diamonds) are empirically determined by the users carrying out a series of tests to achieve the desired grade of finishing. But if for any reason, there is a



zione ulteriore si sarebbe potuta fare tenendo in conto la maggiore (sino al triplo) resistenza alle pressioni specifiche di frantumazione del diamante policristallino, ma in questo modo avremmo alterato i termini di comparazione, sia perché si sarebbero dovuti utilizzare apparati di lucidatura non disponibili sul mercato sia, per ovvi motivi di penetrazione, granulometrie ridotte.

CAMPIONI VEICOLI DIAMANTATI

1) Made in USA

Colore: Giallo

Grado: 3 MB (monocristalli metal bond) - 2/4 μ

Tipo: WS

Concentrazione: STD 714C-17, non dichiarata, valutata analiticamente 0,5 cts/g

Lotto: CZ 51334.

2) Made in Italy

Colore: Bruno

Grado: 6 DP (policristalli brevetto Du Pont) - 4/8 μ

Tipo: AL12

Concentrazione: 20 cts/100g - 0,2 cts/g, dichiarata

Lotto: 032.

PROVINI METALLOGRAFICI

Sono stati inglobati in resina termoindurente diametro 38 mm:

1) Tondo, diametro 23 mm, lega di nichel INCONEL 718;

2) Tondo, diametro 25 mm, acciaio inossidabile austeno-ferritico (duplex).

STRUMENTAZIONE PER FINITURA, LUCIDATURA

E MISURA

Carta abrasiva PRESI grana 1000;

Panno STRUERS MD PLUS diametro 200 mm;

Apparato di lucidatura STRUERS TEGRAMIN 30;

Rugosimetro MAHR PERTHOMETER PGK 120.

PROCEDURA DI TEST

Dopo essere stati inglobati nella resina, i provini metallografici sono stati preparati per la lucidatura finendoli



change in the operative conditions, for example, the type or grade of pre-finishing of the material to be processed, the type of diamond carrier or the sequence used during the process, the user has to perform a new series of tests that could provide him not valid comparative results.

Comparative tests of finishing, with constant parameters, on two different types of metallographic specimens were performed in the Metallographic Laboratory at RTM BREDA (ISO17025:2005 Accredia and Nadcap accreditations) in order to help users to compare costs and quality for different diamond products.

COMPARATIVE TEST WITH DIFFERENT TYPES OF DIAMOND

Tests were carried out on two types of diamond carriers (improperly called diamond pastes):

1) from a leading U.S. manufacturer containing monocristalline diamonds;

2) from a leading Italian manufacturer containing polycristalline diamonds (patented by Du Pont).

A better understanding of resulting data can be gained considering tests were conducted taking account of





Tab.1

DIAMANTE PASTA GIALLA (CAMPIONE 407-12-B) YELLOW DIAMOND PASTE (SAMPLE 407-12-B)															
MATERIALE MATERIAL	FINITURA FINISHING	MISURA MEAS.	Ra µm	Rz µm	Itz µm	FINITURA FINISHING	MISURA MEAS.	Ra µm	Rz µm	Itz µm					
INIXIME I / 718 (provino/sample RTM Ureda (I 40/- 12provino2)	Carta P1000	1	0.03	0.22	0.28	Lucidatura DIAMANTE PASTA GIALLA	1	0.03	0.05	0.10	MFDIA AVG.				
		2	0.02	0.14	0.18		2	0.01	0.07	0.08					
		3	0.02	0.16	0.20		3	0.01	0.08	0.10					
		4	0.02	0.17	0.22		4	0.01	0.05	0.06					
	Grinding paper P1000	5	0.02	0.16	0.19	Finishing YELLOW DIAMOND PASTE	5	0.01	0.05	0.08		6	0.01	0.08	0.10
		6	0.03	0.28	0.40		6	0.01	0.08	0.10					
		MFDIA AVG.			0.02		0.19	0.25	MFDIA AVG.			0.01	0.07	0.10	
		MFDIA AVG.			0.02		0.19	0.25	MFDIA AVG.			0.01	0.04	0.08	
Acciaio inox duplex (austeno- ferritico)	Carta P1000	1	0.03	0.19	0.22	Lucidatura DIAMANTE PASTA GIALLA	1	0.01	0.04	0.08	MFDIA AVG.				
		2	0.02	0.15	0.18		2	0.01	0.04	0.04					
		3	0.02	0.15	0.18		3	0.01	0.04	0.06					
		4	0.02	0.17	0.24		4	0.01	0.04	0.06					
	Grinding paper P1000	5	0.03	0.19	0.30	Finishing YELLOW DIAMOND PASTE	5	0.01	0.05	0.08		6	0.01	0.05	0.08
		6	0.03	0.19	0.23		6	0.01	0.05	0.08					
		MFDIA AVG.			0.02		0.17	0.25	MFDIA AVG.			0.01	0.04	0.08	
		MFDIA AVG.			0.02		0.17	0.25	MFDIA AVG.			0.01	0.04	0.08	

DIAMANTE PASTA BRUNA (CAMPIONE 407-12-C) BROWN DIAMOND PASTE (SAMPLE 407-12-C)															
MATERIALE MATERIAL	FINITURA FINISHING	MISURA MEAS.	Ra µm	Rz µm	Itz µm	FINITURA FINISHING	MISURA MEAS.	Ra µm	Rz µm	Itz µm					
INIXIME I / 718 (provino/sample RTM Ureda (I 40/- 12provino2)	Carta P1000	1	0.03	0.22	0.28	Lucidatura DIAMANTE PASTA BRUNA	1	0.01	0.05	0.08	MFDIA AVG.				
		2	0.02	0.15	0.20		2	0.01	0.05	0.07					
		3	0.02	0.17	0.25		3	0.01	0.05	0.06					
		4	0.02	0.17	0.22		4	0.01	0.06	0.07					
	Grinding paper P1000	5	0.03	0.21	0.25	Finishing BROWN DIAMOND PASTE	5	0.01	0.08	0.07		6	0.01	0.08	0.08
		6	0.03	0.22	0.28		6	0.01	0.08	0.08					
		MFDIA AVG.			0.03		0.19	0.25	MFDIA AVG.			0.01	0.05	0.07	
		MFDIA AVG.			0.03		0.19	0.25	MFDIA AVG.			0.01	0.05	0.07	
Acciaio inox duplex (austeno- ferritico)	Carta P1000	1	0.03	0.20	0.22	Lucidatura DIAMANTE PASTA BRUNA	1	0.01	0.05	0.08	MFDIA AVG.				
		2	0.03	0.18	0.22		2	0.01	0.05	0.08					
		3	0.03	0.20	0.23		3	0.01	0.05	0.06					
		4	0.03	0.18	0.22		4	0.01	0.05	0.06					
	Grinding paper P1000	5	0.04	0.28	0.34	Finishing BROWN DIAMOND PASTE	5	0.01	0.08	0.08		6	0.01	0.08	0.07
		6	0.03	0.22	0.28		6	0.01	0.08	0.07					
		MFDIA AVG.			0.03		0.21	0.25	MFDIA AVG.			0.01	0.06	0.07	
		MFDIA AVG.			0.03		0.21	0.25	MFDIA AVG.			0.01	0.06	0.07	

RTM BREDA S.p.A.
 VIA F. MARCO E S. ANTONIO 10, 20132 CORNATE S. SEVERO (MI) - TEL. +39 02 91543911 - FAX +39 02 91543999
 VIA F. MARCO E S. ANTONIO 10, 20132 CORNATE S. SEVERO (MI) - TEL. +39 02 91543911 - FAX +39 02 91543999
 WWW.RTMBREDA.IT

con carta abrasiva grana 1000. I campioni sono stati fotografati al centro allo stesso ingrandimento. Su d'ogni provino sono state effettuate nel centro sei misure di rugosità, tre longitudinali e tre trasversali.

Ogni provino è stato poi lucidato, per 4 minuti - 190 rpm - forza di compressione 45N, sostituendo ogni volta sulla macchina di lucidatura il panno preparato con i campioni dei vari veicoli diamantati. Quindi pulito.

Su d'ogni provino sono state effettuate nel centro sei misure di rugosità, tre longitudinali e tre trasversali. I campioni sono stati fotografati al centro allo stesso ingrandimento.

I dati di rugosità sono riassunti in una tabella (Tab.1) che evidenzia, con i colori (giallo e bruno), i risultati ottenuti con i vari veicoli diamantati.

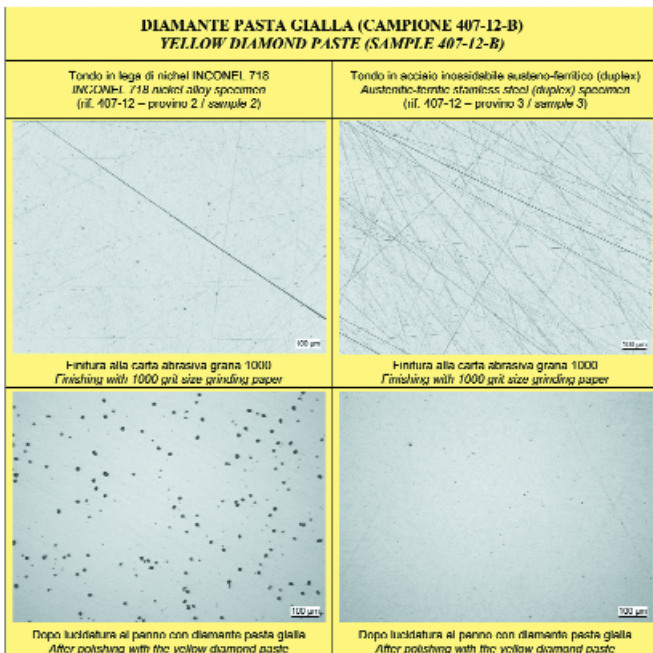
Di seguito, raggruppate in funzione dei provini metallografici e dei veicoli diamantati, sovrapposte prima della lucidatura e dopo la lucidatura al panno, le fotografie effettuate divise in: Campione B - Pasta gialla (Tab.2), Campione C - Pasta bruna (Tab.3).

OSSERVAZIONI E CONSIDERAZIONI

A) La concentrazione del diamante policristallino nel veicolo pasta bruna era 2,5 volte inferiore alla concentrazione del diamante monocristallino nel veicolo pasta gialla.

B) Nella superfinitura dell'acciaio inossidabile austeno-ferritico (duplex) entrambi i prodotti hanno dato buoni risultati, pressoché equivalenti, anche se il veicolo con policristallino ha

Tab.2



RTM BREDA S.p.A.
 VIA F. MARCO E S. ANTONIO 10, 20132 CORNATE S. SEVERO (MI) - TEL. +39 02 91543911 - FAX +39 02 91543999
 VIA F. MARCO E S. ANTONIO 10, 20132 CORNATE S. SEVERO (MI) - TEL. +39 02 91543911 - FAX +39 02 91543999
 WWW.RTMBREDA.IT

different operational characteristics of the two types of diamond.

The polycrystalline diamond in particular presents a surface very similar to the structure of a milling cutter and a crushing behavior that involves mainly the outer monocrystalline grains. So, to obtain the same degree of roughness, it must be used a grit size twice that of monocrystalline: M6 (4-8 µ) for the polycrystalline diamond, M3 (2-4 µ) for the monocrystalline diamond.

A further comparison could have been made taking account of the higher resistance of the polycrystalline diamond (up to three times) to the specific crushing pressures but, in this case, terms of comparison would have been altered because of the use of finishing equipment not available on the market and fine grit sizes, required for penetration.

DIAMOND CARRIER SAMPLES

- 1) Made in USA
- Color: Yellow
- Grade: 3 MB (monocrystalline, metal bond) - 2/4 µ
- Type: WS
- Concentration: STD 714C-17, not declared, analytically evaluated 0.5 ct / g
- Batch: CZ 51334.

meglio evidenziato la struttura, anche perché di facile rimozione, il che ha permesso, a più alti ingrandimenti, di valutare le maggiori capacità d'asportazione.

C) Nella superfinitura dell'INCONEL 718, materiale scelto per la sua disomogeneità, costituito da una matrice relativamente tenera in cui sono presenti inclusioni di carbonitruri di niobio-titanio molto duri, si è evidenziata la diversità di comportamento dei due prodotti:

- il campione pasta gialla non è stato in grado di levigare i carbonitruri che sono stati fotografati come un insieme di punti neri variamente distribuiti e ben evidenziati
- il campione pasta bruna ha levigato buona parte dei

carbonitruri residuando solo un 30% degli stessi rispetto al pasta gialla, e la maggior parte appaiono come lievi disomogeneità.

TEST COMPARATIVO TRA DIVERSE TIPOLOGIE DI VEICOLI

Dopo i test precedenti, in cui sull'INCONEL 718 il prodotto a pasta gialla aveva dato risultati insoddisfacenti, essendo emerso dalle analisi chimiche effettuate sul veicolo che la maggior parte dell'insuccesso era dovuto, a parere del produttore italiano, al veicolo inadatto, lo stesso proponeva di formulare un prodotto, contenente diamante monocristallino simile a quello utilizzato dal produttore americano, contenuto in un veicolo simile ma, a suo giudizio, più performante.

CAMPIONE VEICOLO DIAMANTATO

2) Made in Italy

Colore: Bianco

Grado: 3 MB (monocristalli metal bond) - 2/4 μ

Tipo: OSP

Concentrazione: 0,8 cts/g, dichiarata

Lotto: 052.

PROVINI METALLOGRAFICI

Come precedenti.

STRUMENTAZIONE PER FINITURA, LUCIDATURA E MISURA

Come precedenti.

PROCEDURA DI TEST

Come precedente. Sono riportati per il

TEST PROCEDURE

After being embedded in resin, metallographic specimens were prepared for finishing using the 1000 grit size grinding paper. The center of each sample was photographed at the same magnification. For each sample six measurements of the roughness, three longitudinal and three transverse, were taken in the center.

Specimens were then polished, for 4 minutes - 190 rpm - 45 N compressive strength, and the polishing cloth, used for applying the different type of diamond carriers, was replaced from the polishing machine after every test.

Once the specimens were cleaned, six measurements of the roughness, three longitudinal and three transverse, were made again in the center and the center of each sample was photographed at the same magnification. Data of the roughness are summarized in Tab.1 that shows results obtained for different diamond carriers (yellow and brown color types).

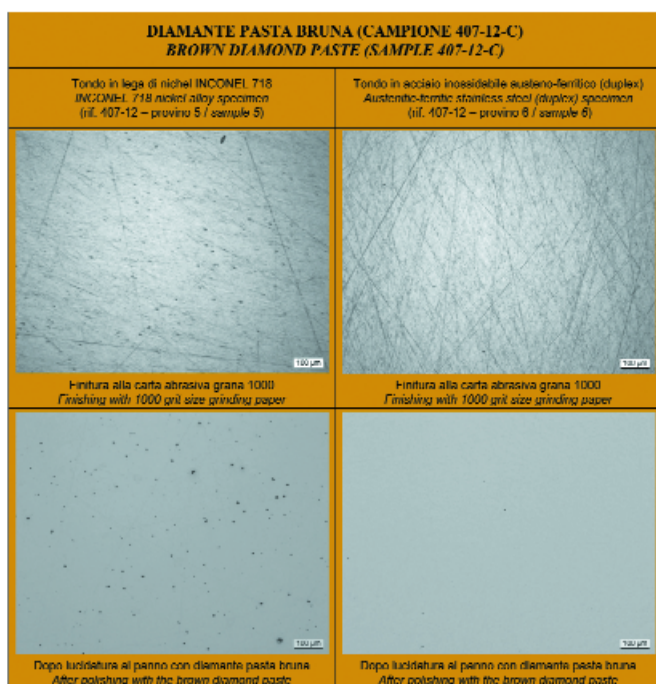
Photos of B Sample - yellow paste (Tab.2) and C Sample - brown paste (Tab.3), grouped according to metallographic specimens and diamond carriers, are shown before and after polishing.

OBSERVATIONS AND CONSIDERATIONS

A) The concentration of the polycrystalline diamond in the brown paste was 2.5 times lower than the concentration

RTMBREDA

Tab.3



RTMBREDA S.p.A.
 VIA S. GIUSEPPE 10 - 30100 VENEZIA (VE) - TEL. 041 5200000 - FAX 041 5200001
 SEDE AMMINISTRATIVA E UNITA OPERATIVA - VIA S. GIUSEPPE 10 - 30100 VENEZIA (VE) - TEL. 041 5200000 - FAX 041 5200001
 RTMBREDA S.p.A. - VIA S. GIUSEPPE 10 - 30100 VENEZIA (VE) - TEL. 041 5200000 - FAX 041 5200001

2) Made in Italy

Color: Brown

Grade: 6 DP (polycrystalline, Du Pont patented) - 4/8 μ

Type: AL12

Concentration: 20 ct / 100g - 0.2 ct / g, declared

Batch: 032.

METALLOGRAPHIC SPECIMENS

Metallographic specimens were embedded in a 38 mm diameter thermosetting resin disc:

- 1) Round, 23 mm diameter, Inconel 718 nickel alloy
- 2) Round, 25 mm diameter, austenitic-ferritic stainless steel (duplex).

EQUIPMENT FOR FINISHING, POLISHING AND MEASURING

PRESI grinding paper, 1000 grit size;

STRUERS MD PLUS polishing cloth, 200 mm diameter;

STRUERS TEGRAMIN 30 polishing equipment;

MAHR PERTHOMETER PGK 120 roughness equipment.



Campione A - Pasta bianca (Tab.4), i dati di rugosità riassunti in tabella, e, raggruppate in funzione dei provini metallografici, sovrapposte prima della lucidatura e dopo la lucidatura al panno, le fotografie effettuate.

OSSERVAZIONI E CONSIDERAZIONI

A) La concentrazione del diamante monocristallino nel veicolo pasta bianca era 1,6 volte superiore alla concentrazione del diamante monocristallino nel veicolo pasta gialla, e 4 volte superiore alla concentrazione del diamante policristallino nel veicolo pasta bruna.

B) Nella superfinitura sia dell'INCONEL 718, sia dell'acciaio inossidabile austenite-ferritico (duplex) il veicolo pasta bianca con diamante monocristallino ha dato risultati pressoché equivalenti al veicolo pasta bruna con diamante policristallino.

CONCLUSIONI

In analogia a quanto già universalmente noto per gli utensili diamantati a leganti solidi (metallico, resinoidi, vetrificato), è stato dimostrato che anche i prodotti diamantati ad abrasivo libero danno risultati più o meno performanti in funzione dei vari parametri operativi: tipo e grado di prefinitura dei materiali da trattare, tipo e

of the monocristalline diamond in the yellow paste.

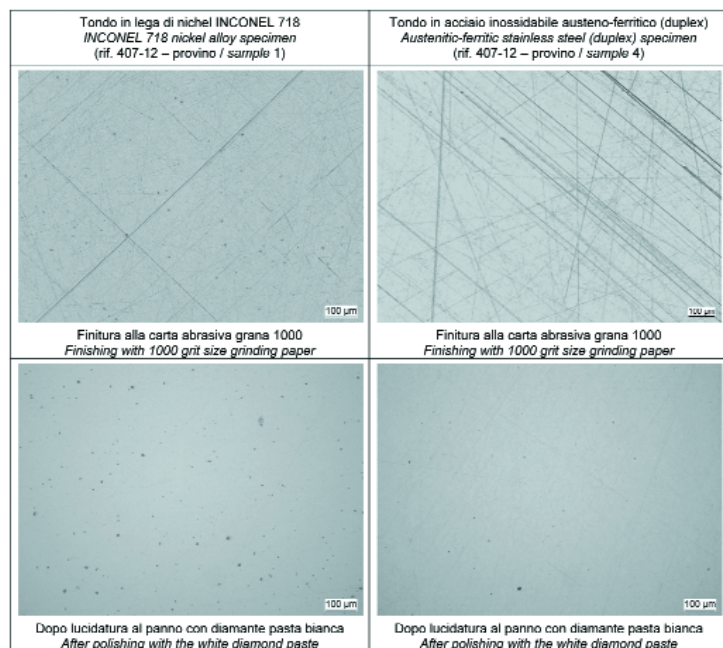
B) In the superfinituring of austenitic-ferritic stainless steel (duplex) both products yielded almost equally good results. Nevertheless the carrier with polycrystalline diamond achieved faster tailings removal rate thus highlighting the structure of this easily processing material.

C) In the superfinituring of INCONEL 718 it was found a different behavior for the two products. INCONEL 718, selected for its inhomogeneity, is characterized by a relatively soft matrix and hard inclusions of niobium-titanium carbonitrides:
 the yellow paste sample was not able to polish carbonitrides shown in the photo as a set of highlighted black points randomly distributed.
 the brown paste sample rubbed down most of the carbonitrides and the remaining inclusions (30% of the total obtained with the yellow paste) appear just as small inhomogeneities.

COMPARATIVE TESTS WITH DIFFERENT TYPES OF CARRIERS

Further to previous tests where yellow paste provided unsatisfactory results with INCONEL 718 chemical

DIAMANTE PASTA BIANCA (CAMPIONE 407-12-A)											
WHITE DIAMOND PASTE (SAMPLE 407-12-A)											
MATERIALE MATERIAL	FINITURA FINISHING	MISURA MEAS.	Ra μm	Rz μm	Rt μm	FINITURA FINISHING	MISURA MEAS.	Ra μm	Rz μm	Rt μm	
INCONEL 718 (provino/sample RTM Breda RT407-12provino1)	Carta P1000	1	0,02	0,15	0,23	Lucidatura DIAMANTE PASTA BIANCA	1	0,01	0,05	0,10	
		2	0,02	0,16	0,22			0,01	0,05	0,08	
	Grinding paper P1000	3	0,02	0,21	0,31	Polishing WHITE DIAMOND PASTE	2	0,01	0,04	0,05	
		4	0,02	0,13	0,18			0,01	0,07	0,12	
		5	0,02	0,16	0,18			0,01	0,05	0,07	
		6	0,02	0,17	0,21			0,01	0,05	0,08	
		MEDIA AVG.	0,02	0,16	0,22			MEDIA AVG.	0,01	0,05	0,08
Acciaio Inox duplex (austenite-ferritico) Stainless steel duplex (austenitic-ferritic) (provino/sample RTM Breda RT407-12provino1)	Carta P1000	1	0,02	0,13	0,16	Lucidatura DIAMANTE PASTA BIANCA	1	0,01	0,04	0,06	
		2	0,02	0,14	0,20			0,01	0,05	0,08	
	Grinding paper P1000	3	0,02	0,16	0,20	Polishing WHITE DIAMOND PASTE	2	0,01	0,05	0,09	
		4	0,02	0,17	0,19			0,01	0,04	0,05	
		5	0,02	0,17	0,24			0,01	0,05	0,07	
		6	0,03	0,18	0,22			0,01	0,05	0,07	
		MEDIA AVG.	0,02	0,16	0,20			MEDIA AVG.	0,01	0,05	0,07



RTM BREDA SRL
 SEDE LEGALE E UNICA OPERATIVA VIA POLI 98 20052 CORNANO (MI) TEL. +39 02 87542011 FAX +39 02 87542009
 SEDE AMMINISTRATIVA E UNICA OPERATIVA VIA BIANCHE, 10 20010 CARRE (LO) TEL. +39 0445 218511 FAX +39 0445 218500
 info@rtmbreda.it - www.rtmbreda.it

SOCIETÀ PARTECIPATA DA SOCI UNICO SOCIETÀ SOGGETTA ALETTIVITÀ DI DIREZIONE E COORDINAMENTO FORTIOLA S.A. RTM LOMBARDIA S.R.L. 100% C.F. e P.I. 02078840201 SEAI S.M. INDUSTRIA S.P.A. S.R.L. 100% C.F. e P.I. 02189000157

analysis were carried out to determine the cause of the failure and, according to the Italian manufacturer, to solve the problem was necessary to develop a new carrier, similar to the old one but higher performing, containing monocristalline diamond equal to the type used by the U.S. manufacturer.

DIAMOND CARRIER SAMPLE

- 2) Made in Italy
- Color: White
- Grade: 3 MB (monocristalline, metal bond) - 2/4 μ
- Type: OSP
- Concentration: 0.8 ct / g, declared
- Batch: 052.

METALLOGRAPHIC SPECIMENS

As described before.

concentrazione dei diamanti utilizzati, tipo dei veicoli contenenti i diamanti, pressioni di lavoro, caratteristiche dei supporti adsorbenti.

Non esiste quindi un prodotto adatto a tutte le lavorazioni, in tutte le condizioni.

A differenza però di quanto avviene per gli utensili diamantati a leganti solidi, quasi nessun produttore dichiara il tipo di diamante impiegato (si noti che per ragioni economiche spesso sono usati diamanti monocristallini resin bond, i più teneri) e la reale concentrazione di diamante, da cui ne consegue che un raffronto utilizzando il parametro costo è almeno azzardato, se non errato.



brown paste carrier.
B) In both finishing INCONEL 718 and austenitic-ferritic stainless steel (duplex) the white paste carrier containing monocristalline diamond has shown similar results to those of the brown paste carrier containing polycristalline diamond.

EQUIPMENT FOR FINISHING, POLISHING AND MEASURING

As described before.

TEST PROCEDURE

As described before.

The table collecting data of the surface roughness and photos of the Sample A - white paste, before and after polishing with the cloth, grouped according to the metallographic specimen are shown in Tab.4.

OBSERVATIONS AND CONSIDERATIONS

A) The concentration of monocristalline diamond in the white paste carrier resulted 1.6 times higher than the concentration of monocristalline diamond in the yellow paste carrier and 4 times higher than the concentration of the polycristalline diamond in the

CONCLUSIONS

According to what is universally proven for solid-bonded diamond tools (metal-, resin-, vitrified-bonded), it has been demonstrated that the performance of diamond products containing free abrasive depends on various operative parameters: type and degree of pre-finishing for the material to be processed, type and concentration of diamonds, type of the carrier containing diamonds, working pressures, characteristics of adsorbent supports. Hence it's not possible to find a product suitable for all machining processes and conditions. However, as opposed to what happens for solid-bonded diamond tools, almost no manufacturer declares the type of diamond used for the product (note that for economic reasons are often used resin bonded monocristalline diamonds, the most soft) and the real concentration of diamond, by which it follows that a comparison using the cost parameter is at least risky, if not incorrect.

