

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901976654A1

Publication Date

20130307

Applicant

MEGADYNE SPA

Title

CINGHIA DENTATA AD ALTE PRESTAZIONI

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:
"CINGHIA DENTATA AD ALTE PRESTAZIONI"

di MEGADYNE S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede: VIA TRIESTE 16

MATHI (TO)

Inventori: DI CESARE Danilo, GALAN SANCHEZ Ernesto

* * *

La presente invenzione è relativa ad una cinghia dentata ad alte prestazioni.

Le cinghie dentate comprendono generalmente un corpo in materiale elastomerico avente dei denti su almeno una delle superfici di lavoro, un tessuto di ricoprimento aderente alla superficie dei denti stessi ed inserti resistenti, nel seguito anche denominati "cords", all'interno del corpo.

Ciascun componente della cinghia contribuisce ad incrementare le prestazioni in termini di resistenza meccanica, in modo da diminuire il rischio di rotture della cinghia e da aumentare la potenza trasmissibile specifica.

Il tessuto di ricoprimento delle cinghie dentate protegge la superficie di lavoro della cinghia dall'usura dovuta allo sfregamento tra i fianchi dei denti della cinghia ed i fianchi delle cave della puleggia con cui la cinghia interagisce ed ingrana. Inoltre il tessuto di

ricoprimento impedisce che sostanze presenti nell'ambiente in cui la cinghia dentata lavora possano danneggiarla e riduce la deformabilità dei denti ed il coefficiente di attrito sulla superficie di lavoro, ovvero l'area di contatto tra cinghia e puleggia in fase di ingranamento.

É noto utilizzare un tessuto di ricoprimento costituito da un singolo strato, ad esempio del peso compreso tra 100 e 500 g/m² di superficie di tessuto, per assicurare la necessaria resistenza all'abrasione, mantenendo una adeguata flessibilità della cinghia nel suo avvolgimento sulla puleggia. Alternativamente è anche noto utilizzare un ricoprimento costituito da un doppio strato di tessuto per migliorare le caratteristiche di resistenza ed aumentare la durata operativa delle cinghie dentate.

Gli inserti resistenti delle cinghie per elevate prestazioni in termini di potenza trasmissibile, ovvero per cinghie che hanno potenze trasmissibili specifiche superiori a 25 kW per cm di larghezza sono attualmente realizzate con cords in acciaio o in fibre aramidiche, per esempio quelle commercializzate con i marchi Kevlar® o Twaron®.

Le fibre aramidiche, come ormai noto da tempo, presentano però lo svantaggio di avere una stabilità dimensionale nel tempo molto bassa, pertanto una cinghia con inserti resistenti in fibre aramidiche durante lo stoccaggio subisce un accorciamento del suo sviluppo libero

con conseguente alterazione (riduzione) del passo iniziale; perciò durante l'utilizzo è sottoposta ad un carico ed a sollecitazioni più elevate, che determinano normalmente un deterioramento precoce innescato dall'errore di ingranamento che si genera tra cinghia e puleggia. Inoltre gli inserti resistenti in fibre aramidiche richiedono un trattamento di aderizzazione particolarmente complesso e costoso per migliorare la stabilità dimensionale nel tempo dell'inserto resistente stesso ed inoltre, se non accuratamente eseguito, ciò comporta anche problemi in fase di taglio delle cinghie.

Viceversa, gli inserti resistenti in acciaio hanno stabilità dimensionale nel tempo elevata, ma presentano un alto peso specifico ed, inoltre, poiché il deposito dell'elemento di rinforzo avviene in modo elicoidale, durante il taglio delle cinghie tali elementi resistenti fuoriescono parzialmente dai bordi laterali della cinghia, con il rischio di causare ferite agli operatori in fase di montaggio della cinghia stessa.

Per evitare tale rischio è necessario pertanto procedere con una ulteriore fase di finitura, la quale prevede l'asportazione dei trefoli dell'inserto resistente che fuoriescono per effetto del taglio e di sigillare manualmente con adesivo tutti i bordi della cinghia nelle zone in cui gli inserti sono parzialmente fuoriusciti. Tale ulteriore fase di finitura comporta costi notevoli

aggiuntivi, in quanto viene svolta manualmente e deve essere eseguita su ciascuna singola cinghia.

Gli inserti resistenti generalmente utilizzati nelle cinghie dentate sono preferibilmente ritorti (in inglese "twisted"). La ritorcitura aumenta le caratteristiche di flessibilità dell'inserto resistente stesso e quindi l'inserto resistente sopporta meglio cicli di flessioni ripetute sulle pulegge della trasmissione. In particolare la flessibilità è ulteriormente migliorata se il twist finale è di tipo Lang, ovvero con entrambe le torciture necessarie a formare l'inserto resistente nella stessa direzione

Inserti resistenti molto flessibili sono però poco stabili, mentre per realizzare cinghie dentate che siano in grado di coprire un'ampia gamma di possibili applicazioni, è necessario che gli inserti resistenti possano assicurare sia la stabilità sia la flessibilità.

Le soluzioni tecniche fino ad oggi concretamente sviluppate hanno privilegiato l'aumento in assoluto della rigidezza, per garantire soprattutto un'elevata stabilità dimensionale nel tempo e quindi la costanza nel tempo del passo cinghia ed il corretto ingranamento con le pulegge coinvolte nella trasmissione. Un esempio in tal senso di cinghie dentate di ultima generazione sono quelle che utilizzano inserti resistenti in carbonio e non più in vetro.

Anche gli inserti resistenti in fibre di carbonio, benché più flessibili di quelli in acciaio e benché ritorti, non permettono però di avere una adeguata flessibilità.

Per realizzare cinghie dentate che siano in grado di coprire un'ampia gamma di possibili applicazioni e condizioni di lavoro, è necessario poter disporre in uguale misura delle due caratteristiche ed ai massimi livelli possibili. Infatti, trasmissioni molto lente sono caratterizzate di solito da carichi (sollecitazioni a trazione) elevati e abbastanza costanti che premiano perciò soluzioni ad elevata rigidezza strutturale, con alto modulo e bassa deformazione; al contrario, trasmissioni con velocità lineari medio/alte, richiedono in genere carichi di trazione più contenuti, ma presentano elevate sollecitazioni a flessione delle strutture, data l'alta frequenza (ciclicità) dei passaggi della cinghia sugli organi meccanici complementari alla trasmissione stessa, ovvero su pulegge e tenditori.

Scopo della presente invenzione è perciò quello di realizzare una cinghia di trasmissione esente dagli inconvenienti sopra descritti, ed in particolare dotata di alta resistenza meccanica e di una elevata potenza trasmissibile specifica, anche in presenza di elevate sollecitazioni delle strutture per flessione ripetuta.

Secondo la presente invenzione viene pertanto

realizzata una cinghia di trasmissione secondo la rivendicazione 1.

Per una migliore comprensione della presente invenzione, essa viene ulteriormente descritta anche con riferimento alle figure che mostrano:

- la figura 1 una vista prospettica e parziale di una cinghia dentata secondo la presente invenzione;

- la figura 2 è una tabella illustrante la composizione di diversi inserti resistenti secondo la presente invenzione;

- la figura 3 è una tabella illustrante valori di un test di decadimento nel tempo e di alcuni parametri di inserti resistenti secondo la presente invenzione e di confronto;

- la figura 4 è un grafico di decadimento del tempo di inserti resistenti secondo la presente invenzione e di confronto;

- la figura 5 è un grafico di allungamento a rottura di inserti resistenti secondo la presente invenzione e di confronto; e

- la figura 6 è un grafico di un test di "probabilità di sopravvivenza" nel tempo che confronta una cinghia dentata secondo l'arte nota e due cinghie dentate secondo l'invenzione.

Nella figura 1, è indicata nel suo complesso con 1 una

cinghia dentata di trasmissione. La cinghia 1 comprende un corpo 2 in materiale elastomerico, nel quale è annegata una pluralità di inserti resistenti 3 filiformi longitudinali nel seguito anche denominati cord.

Il corpo 2 presenta almeno una dentatura 4 rivestita mediante un tessuto 5 di ricoprimento, presentante fili di trama 6 estendentisi nella direzione longitudinale della cinghia 1 e fili di ordito 7 orientati nella direzione trasversale della cinghia 1.

Il corpo 2 comprende una mescola in materiale elastomerico che ha una durezza dopo vulcanizzazione compresa tra 90 e 97 ShoreA, misurata secondo la procedura standard prevista dalla norma ASTM 2240, con tempo di misura di 1 secondo, ottenuta senza ricorrere all'aggiunta di fibre di rinforzo.

La mescola in materiale elastomerico comprende un elastomero principale preferibilmente scelto nel gruppo costituito da acrilonitrile/butadiene, acrilonitrile/butadiene idrogenato, polietilene clorosulfonato, EPDM, cloroprene.

Per elastomero principale si intende l'elastomero che forma più del 50 % in peso del corpo della cinghia.

Più preferibilmente per ottenere valori di durezza ottimali congiunti ad un'alta resistenza all'usura il corpo è realizzato in una mescola a base di una o più gomme

tipo di agente di vulcanizzazione adoperato e generalmente è compresa tra 0,1 e 10 phr. Fra gli antidegradanti più utilizzati nella composizione della mescola vi sono cere microcristalline, cere paraffiniche, monofenoli, bisfenoli, tiofenoli, polifenoli, derivati dell'idrochinone, fosfiti, miscele di fosfati, tioesteri, naftilamine, difenol amine, derivati di diarilamine sostituite e non sostituite, diarilfenilen-diammine, parafenilendiamine, chinoline e miscele di amine. Gli antidegradanti sono generalmente adoperati in quantità compresa tra 0,1 e 10 phr. Rappresentativi degli oli di processo che possono essere utilizzati sono ditiobisbenzanilide, poliparadinitrosobenzene, xililmercaptani, polietilenglicole, oli di petrolio, oli vegetali vulcanizzati, resine fenoliche, oli sintetici, resine di petrolio, esteri polimerici. Gli oli di processo possono essere usati in quantità convenzionale tra 0 e 70 phr. Fra gli iniziatori viene convenzionalmente utilizzato l'acido stearico in quantità compresa tra 1 e 4 phr. Possono inoltre essere aggiunti additivi convenzionali quali ossido di calcio, ossido di zinco e ossido di magnesio, generalmente in quantità compresa tra 0,1 e 15 phr. Si adoperano anche acceleratori convenzionali o combinazioni di acceleratori quali, ad esempio, amine, disolfuri, guanidina, tiourea, tiazoli, tioli, sulfenamidi, ditiocarbammati, e xantati generalmente in quantità compresa

tra 0,1 e 15 phr. Possono anche essere aggiunte composti di rinforzo in quantità preferibilmente compresa tra 10 e 20 phr.

Particolarmente preferita è una mescola in cui per ogni 100 phr di gomma nitrilica, ci sono da 50 a 70 phr di carica, ad esempio nerofumo, da 2 a 4 phr di antiossidanti, da 8 a 10 phr di acceleratori e attivatori, da 1 a 5 phr di additivi di processo e da 1 a 4 phr di agenti leganti.

Il tessuto 5 di ricoprimento della cinghia dentata 1 può essere costituito da uno o più strati e ha un peso totale, formato dal peso della somma degli strati che formano il tessuto grezzo più quello dei trattamenti ai quali è stato sottoposto, compreso tra 700 e 1250 g/m² di superficie. Il peso totale è ancor più preferibilmente compreso tra 700 e 1100 g/m² quando è formato da un singolo strato e fra 850 e 1250 g/m² quando è formato da un doppio strato.

Nel caso sia formato da un singolo strato può ad esempio essere ottenuto mediante la tecnica di tessitura nota come 2x2 twill ed ha uno spessore totale compreso tra 2,30 e 2,80 mm ed è costituito da una trama comprendente primi fili e secondi fili intrecciati fra loro. I primi fili hanno ad esempio un titolo di 4x110 e sono costituiti ad esempio da un numero di filamenti primari di 4x34 ed i secondi fili hanno ad esempio un titolo di 6x78 e sono

costituiti da un numero di filamenti primari di 6x34.

I primi ed i secondi fili sono costituiti da un materiale polimerico, preferibilmente poliamide alifatica o aromatica, ancor più preferibilmente da poliamide 6/6 ed, in dettaglio, i primi fili da poliamide 6/6 a media tenacità e i secondi fili da poliamide 6/6 ad alta tenacità, per una maggiore resistenza all'usura.

Il tessuto 5 può essere inoltre anche costituito da due strati ed ha, in questo caso, preferibilmente uno spessore totale compreso tra 1,8 e 2,3 mm. I due strati di tessuto accoppiati sono ciascuno realizzato, sia per la trama che per l'ordito, con fili costituiti da un materiale polimerico, preferibilmente poliamide alifatica o aromatica, ancor più preferibilmente poliamide 6/6 ed, in particolare, ad alta tenacità.

Il tessuto 5 di ricoprimento è comunque scelto in modo da avere un carico di rottura nel senso non elastico (in ordito), compreso tra 3000 e 5500 N su 25mm di larghezza ed un allungamento a rottura nel senso elastico (in trama) compreso tra 130 e 180 %.

Il tessuto 5 di ricoprimento è generalmente trattato con un adesivo, in particolare, RFL (per RFL si intende lattice di resorcinolo e formaldeide) in quantità preferibilmente compresa tra il 25 e il 35 % in peso per migliorare l'adesione del tessuto 5 stesso al corpo 2 e la

resistenza all'abrasione della cinghia 1 nel suo complesso.

Dopo il trattamento con RFL i tessuti vengono sottoposti, in modo convenzionale, a successive fasi di spalmatura con mescole preferibilmente dello stesso tipo descritto in precedenza per il corpo della cinghia, quindi preferibilmente lattici elastomerici ad esempio a base di gomme nitriliche. Il tessuto 5 acquisisce un elevato grado di antistaticità sufficiente e necessario a rientrare nei requisiti previsti dalla norma di riferimento per le cinghie dentate ISO9563 del 2011 un modulo al 50%, ovvero la forza di trazione necessaria per allungare la dimensione originale del provino di tessuto del 50 %, compreso tra 70 e 200 N.

Gli inserti resistenti 3 o cord secondo la presente invenzione sono del tipo cosiddetto "ibrido", ovvero vengono realizzati in almeno un filo di fibre di un primo materiale ed un filo di fibre di un secondo materiale.

È stato infatti sorprendentemente scoperto che utilizzando inserti resistenti 3 formati da due differenti materiali e con i diametri relativi selezionati opportunamente, è possibile risolvere gli inconvenienti delle cinghie note sopra descritti.

Inoltre l'utilizzo di inserti resistenti 3 secondo la presente invenzione permette una migliore adesione dell'inserto resistente 3 stesso alla mescola costituente il corpo della cinghia 1 e permette di avere un minore

decadimento del carico di rottura in prove di fatica.

Sia il primo che il secondo materiale utilizzati per realizzare gli inserti resistenti 3 secondo la presente invenzione vengono preferibilmente scelti nel gruppo costituito da fibre di vetro, fibre aramidiche, fibre di poliestere, fibre di carbonio, fibre di PBO.

Il primo materiale presenta preferibilmente un modulo più elevato del secondo materiale e più fili di fibre di ricoprimento del secondo materiale sono avvolti in modo da circondare completamente uno o più fili di fibre del primo materiale, che costituiscono il nucleo dell'inserto resistente. Il primo materiale è preferibilmente fibra di carbonio o PBO (acronimo del polimero poli-p-fenilenbenzobisossazolo), il secondo materiale è preferibilmente fibra aramidiche, fibre di poliestere o fibre di vetro, ancor più preferibilmente fibre di vetro ad alto modulo (quindi vetro tipo E, K, S, U secondo le denominazioni commerciali usuali).

Le fibre di carbonio sono preferibilmente fibre Toray.

Gli inserti secondo la presente invenzione sono fili ritorti e vantaggiosamente presentano una torcitura del tipo Lang's twist ovvero presentante due torciture nello stesso senso, in quanto tale costruzione si è dimostrata particolarmente efficace.

È possibile variare il numero di fili ("strand") che

formano un inserto resistente, così come il numero di filamenti di base o il titolo o la costruzione intera dell'inserto pur rimanendo all'interno dei rapporti tra i diametri dell'inserto resistente e quindi secondo la presente invenzione.

Gli inserti resistenti secondo la presente invenzione sono preferibilmente utilizzati in cinghie aventi un passo compreso tra 7 e 15 ed il diametro totale dei singoli inserti resistenti è compreso tra 0,9 e 3 mm. Preferibilmente in cinghie aventi un passo compreso tra 7 e 9 ad esempio di 8 mm e o tra 13 e 15, ad esempio 14 mm.

Il passo è un parametro comunemente utilizzato nel campo delle cinghie dentate ed è la distanza misurata tra il centro di due denti successivi.

Nel caso in cui vengano utilizzati in cinghie aventi un passo di circa 14 mm è stato sperimentalmente verificato che si ottengono risultati ottimali quando il diametro nominale dei singoli inserti resistenti 3 è compreso tra 1,5 e 3 mm, ancor più preferibilmente tra 2,0 e 2,6 mm.

Nel caso in cui vengano utilizzati cinghie aventi un passo di circa 8 mm, è stato sperimentalmente verificato che si ottengono risultati ottimali quando il diametro nominale dei singoli inserti resistenti 3 è compreso tra 0,9 e 2,1 mm; ancor più preferibilmente tra 0,9 e 1,5 mm.

Per formare il nucleo preferibilmente vengono

utilizzati tra 4000 e 9000 filamenti in un fascio tra 300 e 500 text (g/km).

Ancor più preferibilmente vengono utilizzati 6000 filamenti primari in un fascio dal peso di 400 tex (g/km).

Quindi per formare il nucleo a partire dal fascio di fibre di carbonio, questo viene trattato mediante un trattamento di ricopertura primaria ("primary coating"). Il fascio di fibre è immerso a questo scopo in un bagno contenente lattice ed un reticolatore ("crosslinker"). La miscela di reticolazione non usa resorcinolo e non è perciò RFL. La miscela di lattice e crossilinker comprende preferibilmente un lattice di polietilene clorosulfonato (CSM). La miscela penetra nel fascio di fibre e viene quindi essiccata e fatta reticolare.

Il peso del nucleo di fibre di carbonio impregnato della ricopertura primaria è tipicamente tra il 10 ed il 30% superiore a quello prima del trattamento, ancor più preferibilmente tra il 15 e 25 % (misurato in tex).

Il twist primario del nucleo è preferibilmente 0, ovvero il nucleo preferibilmente non ha un twist impartito deliberatamente.

Il nucleo viene circondato interamente da fili di ricoprimento.

I fili di ricoprimento sono preferibilmente realizzati in un secondo materiale scelto nel gruppo costituito da

vetro, poliaramide o poliestere. Più preferibilmente essi sono realizzati in vetro. Ancor più preferibilmente sono realizzati in vetro E.

Per formare ciascun filo di ricoprimento a partire dai filamenti primari sono preferibilmente utilizzati uno o più fasci di fibre del secondo materiale, ciascuno fascio preferibilmente comprende da 100 a 500 filamenti e ha un peso da 10 a 50 tex per fascio.

I filamenti primari presentano preferibilmente un diametro compreso tra 5 e 15 μm , ancor più preferibilmente tra 7 e 11 μm . È risultato particolarmente vantaggioso l'uso di filamenti primari con un diametro di 9 μm .

Le fibre costituenti i filamenti primari sono trattate con un adesivo, ad esempio un agente di accoppiamento a base di silano.

I due fasci di filamenti primari sono preferibilmente trattati con un trattamento di ricopertura primaria. I due fasci di fibre sono immersi a questo scopo assieme in un bagno contenente una miscela di lattice, resorcina e formaldeide (RFL). Nell'immersione i due fasci di vetro diventano un fascio più grande che forma il filo ("strand").

Il bagno di RFL include preferibilmente un lattice di polietilene clorosulfonato (CSM). La miscela penetra nel fascio di fibre e viene quindi seccata e reticolata. Dopo la reticolazione, un twist primario viene applicato ai fili.

Preferibilmente il twist primario è da 40 a 120 giri per metro, ad esempio è particolarmente preferito un twist primario di 80 giri per metro (turns per meter).

Il peso del filo trattato con l'RFL primario è tipicamente più alto del 20% di quello del fascio di fibre di vetro originario (misurato in tex).

Successivamente per formare l'inserito resistente finale una molteplicità di fili di ricoprimento realizzati come precedentemente descritto viene avvolta attorno al nucleo in una ulteriore fase di twisting.

Preferibilmente vengono avvolti attorno al nucleo da 10 a 25 fili di fibre, ancor più preferibilmente da 12 a 18.

Ad esempio è possibile avvolgere 10 o 12 fili attorno al nucleo.

Una forma particolarmente preferita della presente invenzione è avvolgere 12 fili di fibre di vetro con un twist di 70 giri per metro attorno ad un nucleo formato da un filo di fibre di carbonio ottenuto da due fasci di fibre come sopra descritto.

Per l'avvolgimento dei fili attorno al nucleo è preferito un twist compreso tra 0 e 120, più preferibilmente tra 60 e 100. Particolarmente preferito è un twist di 80 giri per metro.

La direzione di twist è preferibilmente nella stessa direzione del twist primario utilizzato per formare i fili

che circondano il nucleo, ovvero una configurazione nota come "Lang's twist".

Dopo la fase di twisting dei fili all'inserito resistente viene applicato un trattamento di copertura o "coat" finale adesivo.

Il coat è applicato alla superficie esterna dell'inserito resistente. Il coat utilizza preferibilmente un adesivo che include componenti chimici reattivi dispersi in una soluzione di polietilenclorosulfonato (CSM).

Il peso dell'inserito resistente dopo l'applicazione del coat è preferibilmente compreso tra il 2 ed il 10 %, ad esempio del 5% superiore a quello dell'inserito resistente prima dell'applicazione del coat.

Sorprendentemente è stato trovato che quando il passo della cinghia dentata è compreso tra 7 e 15, selezionando opportunamente il numero di fili del secondo materiale attorno al nucleo del primo materiale e selezionando opportunamente i diametri del nucleo e dei fili di ricoprimento si ottengono cinghie che hanno una durata particolarmente lunga e che risolvono i problemi sopra descritti.

In particolare le cinghie della presente invenzione presentano un passo compreso tra 8 e 15 mm. Gli inserti resistenti presentano ciascuno un diametro totale indicato con Φ_{tot} e compreso tra 0,9 e 3 mm e sono costituiti da:

- un nucleo costituito da almeno un filo di fibre di un primo materiale avente un diametro Φ_c

- almeno un numero N di fili compreso tra 10 e 25 di fibre di un secondo materiale, i fili circondando completamente il nucleo.

È stato notato che quando i rapporti tra i diametri totale dell'inserito resistente e il diametro del nucleo sono all'interno del range $0.4 < K < 1$

dove

$$K = \Phi_{tot}/2 - (\Phi_{tot}-\Phi_c)/4,$$

le cinghie dentate hanno una possibilità di rottura particolarmente bassa e hanno ottime prestazioni.

Il passo di spiralatura è preferibilmente tra $\Phi_{tot} * 1,035$ e $\Phi_{tot} * 1,20$.

Risultano particolarmente preferiti inserti resistenti in cui l'area della sezione del nucleo rappresenta più del 75% dell'area totale della sezione dell'inserito resistente, ancor più preferibilmente superiore all'80%. I valori di percentuale dell'area della sezione del nucleo e dell'area totale della sezione dei fili di ricoprimento sono indicati in parentesi nella Tabella 1 (Figura 2).

Quando gli inserti resistenti 3 sono selezionati secondo i rapporti precedentemente esposti, si ottiene una cinghia in grado di avere su pulegge una elevata potenza di trasmissione.

Gli inserti resistenti presentano un valore di modulo elastico superiore a 30.000 N/mm^2 e preferibilmente compreso tra 30.000 e 90.000 N/mm^2 . Ancor più preferibilmente tra 50.000 e 80.000 N/mm^2 . Come si può notare dalle Tabella 1 gli inserti resistenti selezionati secondo la formula sopra riportata risultano avere valori di stress inserto resistente decisamente superiori a quelli dell'inserto resistente di confronto.

La cinghia secondo la presente invenzione può essere realizzata mediante metodi comuni di fabbricazione delle cinghie dentate.

Da un esame delle caratteristiche della cinghia dentata realizzata secondo la presente invenzione sono evidenti i vantaggi che essa consente di ottenere.

In particolare, la cinghia secondo la presente invenzione, grazie alla elevata potenza trasmissibile, è utilizzabile anche per sostituire i sistemi meccanici oggi in uso. Inoltre grazie alla particolare combinazione dei parametri di costruzione è possibile evitare gli inconvenienti connessi all'utilizzo di cord in fibre aramidiche o in vetro ed in acciaio ed in particolare l'aggiunta di ulteriori fasi di finitura molto costose, semplificando in tal modo anche il processo di taglio.

La cinghia dentata secondo la presente invenzione verrà ora descritta anche tramite esempi senza per questo che essa

debba intendersi limitata ad essi.

ESEMPIO 1

Procedimento per realizzare inserti resistenti secondo la presente invenzione.

Un nucleo formato in un primo materiale viene formato a partire da 6000 filamenti primari di carbonio della ditta Toray, ciascuno avente fibre di diametro di 7 μ m. Il fascio ha un peso di 400 tex (g/km). Il fascio è pre-trattato con un adesivo. Successivamente il fascio di filamenti primari è trattato con un ricoprimento primario mediante immersione in un bagno contenente una miscela di reticolazione contenente lattice e reticolatore ("crosslinker"). La miscela di reticolazione non usa resorcinolo e non è quindi una miscela RFL. La miscela di reticolazione include l'uso di un lattice di polietilene clorosulfonato (CSM). La miscela penetra nel fascio di fibre e viene quindi essiccata e reticolata.

Il peso del fascio di filamenti primari dopo il trattamento è superiore del 16% rispetto al peso prima del trattamento.

Il twist primario del nucleo è 0, ovvero non viene impartito alcun twist.

Successivamente vengono formati i fili di vetro E a partire da due fasci di 200 filamenti primari (34 tex per fascio) per formare i fili di ricoprimento ("strand") che dovranno essere avvolti attorno al nucleo.

I filamenti primari hanno un diametro di 9 μm . Le fibre costituenti i filamenti primari sono pre-trattate con un adesivo a base di silano.

I due fasci di filamenti primari sono immersi in un bagno contenente una miscela di lattice, resorcina e formaldeide (RFL). Nell'immersione i due fasci di vetro diventano un fascio più grande che forma il filo ("strand").

Il bagno di RFL include un lattice di polietilene clorosulfonato (CSM). La miscela penetra nel fascio di fibre e viene quindi seccata e reticolata. Dopo la reticolazione, viene applicato un twist primario di 80 giri per metro (turns per meter).

Il peso del filo trattato con l'RFL primario è tipicamente più alto del 20% di quello del fascio di fibre di vetro originario (misurato in tex).

Successivamente per formare l'inserto resistente finale 12 fili vengono avvolti attorno al nucleo in una ulteriore fase di twisting con un twist di 80 giri per metro.

La direzione di questo twist è "Lang's twist" ovvero nella stessa direzione del twist primario utilizzato per formare i fili che circondano il nucleo.

Dopo la fase di twisting dei fili all'inserto resistente viene applicato un trattamento di copertura o "coat" finale adesivo.

Il coat è applicato alla superficie esterna

dell'inserto resistente. Il coat utilizza un adesivo che include componenti chimici reattivi dispersi in una soluzione di polietilenclorosulfonato (CSM).

Il peso dell'inserto resistente dopo l'applicazione del coat è del 5% superiore a quello dell'inserto resistente prima dell'applicazione del coat.

Con lo stesso procedimento sopra riportato sono stati realizzati diversi inserti resistenti utilizzabili per realizzare cinghie dentate in accordo alla presente invenzione o di confronto e le cui caratteristiche costruttive sono illustrate in dettaglio in tabella 1, presentata come figura 2.

In tabella sono confrontate le caratteristiche costruttive di alcuni inserti resistenti secondo l'invenzione designati con i numeri 1, 2, 3 e 5 con un inserto resistente 4 che ha solo 7 fili di ricoprimento attorno al nucleo ed è pertanto di confronto e al di fuori dei parametri della presente invenzione.

Gli inserti resistenti di tabella 2 differiscono solo per il tipo di costruzione ovvero numero di fili, diametro del nucleo o fili di ricopertura, ecc... riportati nella tabella stessa.

Sin dall'esame dei valori di diametro indicati in tabella è chiaro che l'inserto resistente 4 ha un modulo elastico molto minore.

Le prestazioni degli inserti resistenti sono stati poi valutate con test differenti riportati nelle tabelle e figure successive.

La tabella 2 di figura 3 riporta i dati numerici di un test di decadimento nel tempo, di valori di allungamento a rottura, di resistenza a trazione o "breaking strength" e di diametri totale di vari inserti resistenti.

Nella figura 4 sono inoltre riportati i numeri relativi ad un test di decadimento della tensione o "creep" dove alcuni degli inserti resistenti della tabella 1 di figura 2 sono stati sottoposti ad un test di creep uguale a quello condotto secondo le modalità del brevetto US6926633.

Il test è stato quindi eseguito su di un dinamometro da 5000 kg di portata, con due pulegge sulle quali è stata montata una cinghia con passo di 14 mm ed avente larghezza di 15 mm, a cui è stato applicato un carico assiale di 14000 N. Quindi è stato bloccato l'interasse e sono stati registrati i dati di decadimento tensione (in %) fino a 60 minuti.

Si nota immediatamente che l'inserto di confronto 4 presenta valori di decadimento molto peggiori di quelli secondo l'invenzione designati con i numeri 3 e 5.

Il test confronta anche gli inserti resistenti secondo la presente invenzione 3 e 5 e l'inserto resistente descritto nella succitata domanda di brevetto interamente

realizzato in vetro e le cui caratteristiche sono riportate nel seguito in tabella 3:

Tabella 3

Numero di filamenti base	180 ÷ 220
Diametro singolo filamento	9
Prima torsione (torsioni/25mm)	2
Torsione finale in Direzione opposta (T/25mm)	1 ± 0,2
Rapporto torsione primaria e finale	2
Diametro finale del inserto (mm)	2.65 ±0.15
Resistenza a trazione del cord finale(daN)	525 ± 25
Allungamento a rottura (%)	4,5 ± 0,5
Allungamento a 100 daN (%)	max 1,8
Peso (gr/100m)	690 ± 10

Si nota dalla osservazione congiunta della figura 4 e

della tabella 2 di Figura 3 come per avere valori di decadimento simile occorra utilizzare un inserto resistente avente un diametro molto maggiore con tutti gli svantaggi in termini di applicazione che ne derivano.

Inoltre dal valore di allungamento a rottura riportato in Figura 5 si nota come l'inserto resistente di confronto ha prestazioni decisamente inferiori a quelle ottenuti dall'inserto resistente 3 realizzato secondo la presente invenzione.

Nella tabella di figura 3 e nella figura 4 è possibile anche confrontate un inserto resistente realizzato interamente in fibra di carbonio con gli inserti resistenti secondo la presente invenzione. In questo caso risulta evidente che a parità di diametro è possibile risolvere i summenzionati problemi di adesione alla gomma di corpo e mancanza di flessibilità dell'inserto resistente in carbonio pur mantenendo le stesse prestazioni meccaniche quali il decadimento nel tempo.

ESEMPIO 2

In tabella 4 sono riportate le caratteristiche della trama e dell'ordito di un tessuto 5 di ricoprimento di una cinghia dentata 1 secondo la presente invenzione.

Tabella 4

Caratteristiche della trama	
Costruzione della trama	Doppio strato di fili di

	trama di poliamide 6/6 testurizzata
Primo strato di trama	Poliamide 6/6 a media tenacità
Count (dtex)	4 x 110
Numero di filamenti	4 x 34
Secondo strato di trama	Poliamide ad alta tenacità
Count (dtex)	6 x 78
Numero di filamenti	6 x 34
Fili in trama (n°/25 mm) ("Picks")	98 +/- 3
Carico di rottura (N/25 mm)	> 1500
Allungamento a rottura (%)	170 +/- 10
Allungamento a 100 N (%)	90 +/- 10
Caratteristiche dell'ordito	
Costruzione dell'ordito	Monostrato di poliamide 6/6 ad alta tenacità
Count (dtex)	940
Numero di filamenti	140
Fili in ordito (n°/25 mm) ("Ends")	105 +/- 3
Carico di rottura (N/25 mm)	> 5000
Allungamento a rottura (%)	> 25

Poliamide nel tessuto: 60% alta tenacità, 40% media tenacità

ESEMPIO 3

In tabella 5 sono riportate le composizioni della mescola costituenti il corpo 2 di una cinghia A dentata secondo l'invenzione e di una cinghia B realizzata secondo gli insegnamenti del brevetto US6926633. Tale cinghia risulta avere una durezza misurata dopo vulcanizzazione di 93-94 ShoreA (54-55 Shore D), mentre la cinghia B di confronto ha una durezza di 91-92 ShoreA.

Tabella 5

Cinghia A	Quantità in Phr	Cinghia B	Quantità in Phr
HNBR	100	Cloroprene	100
Carica e nerofumo	60	Carica bianca e nerofumo	70
Antiossidanti	2,5	Antiossidanti	6
Acceleratori + attivatori	9,5	Acceleratori + Attivatori	7
Additivi di processo	2	Additivi di processo	9,5
Agenti leganti	1,5	Agenti leganti	8
		Resine di rinforzo	20
Totale	175,5		225,5

ESEMPIO 4

Sono state confrontate 3 cinghie con un passo di 8 mm:

Una cinghia B denominata 720 GLD8M 15 con una lunghezza di 720 mm ed una composizione della mescola di corpo sopra riportata ed una composizione di tessuto ed inserti resistenti secondo le tabelle 2 e 3 del brevetto US6926633 e corrisponde alla cinghia A di tali tabelle.

Una cinghia A1 denominata 720PLT8M15 con una composizione della mescola di corpo riportata nella precedente tabella 2, una composizione del tessuto riportata in tabella 1 ed inserti resistenti secondo il riferimento 1 della tabella 1 (figura 2).

Una cinghia A2 denominata 800PLT8M15 la quale è identica alla cinghia A1 tranne per avere una lunghezza di 800 mm anziché 720 mm.

Il passo di spirallatura del singolo inserto resistente e' di 1,34 mm, per un numero intero totale di spire pari a 11, sulla larghezza di 15 mm.

I tre tipi di cinghia sono state sottoposti a test dinamici.

Sono state condotte prove di rottura su due banchi di prova in potenza a temperatura ambiente con le seguenti configurazione di test:

1. puleggia motrice e condotta: $Z=22$, tipo RPP 8M, Φ_p (diametro puleggia) = 56,024 mm

2. rapporto di trasmissione: 1: 1
3. velocità di rotazione motrice: 2750 rpm
4. coppia frenante: 24 Nm
5. tensione dinamica equivalente [Td]: 857 N
6. Tensione statica montaggio cinghia: 536 N / ramo
[+25% di Td]
7. Larghezza cinghia in prova: 15 mm

Gli indici di frequenza di riferimento del test sono i seguenti di tabella 6:

Tabella 6

Cinghia	Frequenza di ciclo	Flessione ripetuta
720M8-15	11,19 Hz (40300 cicli/ora, 4,03 mil. cicli/100 ore)	22,4 Hz
800M8-15	10,08 Hz (36270 cicli/ora, 3,63 mil. cicli/100 ore)	20,16 Hz

Sono stati portati a rottura un totale di 9 cinghie A2, 5 cinghie A1 e 8 cinghie B per avere dei campioni statisticamente significativi da analizzare con l'analisi di Weibull.

È stata a questo scopo svolta l'analisi dell'affidabilità degli stessi secondo il metodo di Weibull.

Sono stati ottenuti i seguenti indici per la formula

di Weibull:

Tabella 7

Cinghia	Beta	B63%	ore
B	4,09557	106,19	4,28 mio. cicli
A1	1,36899	358,05	14,43 mio. cicli
A2	1,39419	391,63	14,2 mio. cicli

Sono stati ottenuti i risultati riportati in Figura 6 per la probabilità di sopravvivenza.

Dal grafico di Figura 6 si può evincere che:

Le cinghie secondo la presente invenzione A1 e A2 presentano una durata media superiore di 3 volte di quella delle cinghie di confronto (rapporto indici B63% per le 720M8); ed inoltre l'80% della popolazione delle cinghie secondo l'invenzione A1 e A2 supererebbe le 140 ore di funzionamento, mentre solo il 15% delle cinghie di confronto sarebbe capace di superare tale limite.

Infine le cinghie secondo l'invenzione presentano un grado di ripetibilità dei risultati (basso indice di dispersione) molto elevato, come evidenziano i dati sulle due distinte lunghezze.

RIVENDICAZIONI

1.- Cinghia dentata (1) comprendente un corpo (2) avente dei denti (4) su almeno una delle superficie, un tessuto (5) di ricoprimento aderente alla superficie dei denti stessi ed inserti resistenti (3), caratterizzata dal fatto che:

- detti cinghia dentata presenta un passo compreso tra 7 e 15 mm;

- detti inserti resistenti presentano ciascuno un diametro totale indicato con Φ_{tot} e compreso tra 0,9 e 3 mm e sono costituiti da:

- un nucleo costituito da almeno un filo di fibre di un primo materiale avente un diametro Φ_c

- almeno un numero N di fili di fibre di un secondo materiale, detto numero N essendo compreso tra 10 e 25 e detti N fili circondando completamente detto nucleo;

- i rapporti tra i diametri totale dell'inserto resistente e il diametro del nucleo sono i seguenti:

$$0.4 < K < 1$$

dove

$$K = \Phi_{tot}/2 - (\Phi_{tot}-\Phi_c)/4.$$

2.- Cinghia dentata secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che l'area della sezione del nucleo rappresenta più del 75% dell'area totale della

sezione dell'inserito resistente.

3.- Cinghia dentata secondo le rivendicazione 1 o 2, caratterizzata dal fatto di presentare un passo di spirallatura compreso tra 1,035 e 1,2 volte il diametro Φ_{tot} .

4.- Cinghia dentata secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto di avere un passo compreso tra 7 e 9 mm o tra 13 e 15 mm.

5.- Cinghia dentata secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detto primo materiale è scelto nel gruppo costituito da carbonio e PBO e detto secondo materiale è scelto nel gruppo costituito da vetro, aramide e poliestere.

6.- Cinghia dentata secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detto primo materiale è carbonio e detto secondo materiale è vetro.

7.- Cinghia dentata secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto il modulo elastico di detto inserto resistente è superiore a 30.000 N/mm^2

8.- Cinghia dentata secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto il modulo elastico di detto inserto resistente è compreso tra 30.000 N/mm^2 e 90.000 N/mm^2 .

9.- Cinghia dentata secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detto corpo (2) comprende un elastomero principale con un valore di durezza dopo vulcanizzazione compreso tra 90 e 97 ShoreA.

10.- Cinghia dentata secondo la rivendicazione 9, caratterizzata dal fatto che detto corpo (2) comprende un elastomero principale senza l'aggiunta di fibre di rinforzo.

11. Cinghia dentata secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto di comprendere che almeno un polimero scelto nel gruppo costituito da acrilonitrile/butadiene, acrilonitrile, butadiene idrogenato, acrilonitrile/butadiene carbossilato, acrilonitrile, butadiene idrogenato e carbossilato e miscele degli stessi.

12. Cinghia dentata secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detto tessuto (5) è formato da uno strato di fibre ed ha un peso totale compreso tra 700 g/m² e 1100.

13.- Cinghia dentata secondo la rivendicazione 11, caratterizzata dal fatto che detto tessuto (5) comprende fibre testurizzate.

14.- Cinghia dentata secondo le rivendicazioni 12 o 13, caratterizzata dal fatto che detto tessuto (5)

comprende fibre di poliamide.

15.- Cinghia dentata secondo la rivendicazione 14, caratterizzata dal fatto che detto tessuto (5) comprende fibre di poliamide 6/6.

p. i.: MEGADYNE S.P.A.

Francesco FIUSSELLO

TITLE. HIGH PERFORMANCE TOOTHED BELT

CLAIMS

1. A toothed belt (1) comprising a body (2) having teeth (4) on at least one of the surfaces, a cover fabric (5) adhering to the surface of the teeth and resistant inserts (3), characterised in that:

- said toothed belt has a pitch in the range between 7 and 15 mm;

- said resistant inserts each have a total diameter, indicated by Φ_{tot} , in the range between 0.9 and 3 mm and consist of:

- a core consisting of at least one yarn of fibres of a first material having a diameter Φ_c

- at least a number N of yarns of fibres of a second material, said number N being in the range between 10 and 25 and said N yarns totally surrounding said core;

- the ratios between the total diameters of the resistant insert and the diameter of the core are the following:

$$0.4 < K < 1$$

where:

$$K = \Phi_{tot}/2 - (\Phi_{tot} - \Phi_c)/4.$$

2. The toothed belt according to claim 1, characterised in that the area of the section of the core

is more than 75% of the total area of the section of the resistant insert.

3. The toothed belt according to claim 1 or 2, characterised by having a twisting pitch in the range between 1.035 and 1.2 times the diameter Φ_{tot} .

4. The toothed belt according to any of the preceding claims, characterised by having a pitch in the range between 7 and 9 mm or between 13 and 15 mm.

5. The toothed belt according to claim 1, characterised in that said first material is selected from the group consisting of carbon and PBO and said second material is selected from the group consisting of glass, aramid and polyester.

6. The toothed belt according to any of the preceding claims, characterised in that said first material is carbon and said second material is glass.

7. The toothed belt according to any of the preceding claims, characterised in that the elastic module of said resistant insert is higher than 30.000 N/mm².

8. The toothed belt according to any of the preceding claims, characterised in that the elastic module of said resistant insert is in the range between 30.000 N/mm² and 90.000 N/mm².

9. The toothed belt according to any of the preceding

claims, characterised in that said body (2) comprises a main elastomer with a hardness after vulcanisation in the range between 90 and 97 ShoreA.

10. The toothed belt according to claim 9, characterised in that said body (2) comprises a main elastomer without the addition of reinforcing fibres.

11. The toothed belt according to any of the preceding claims, characterised by comprising at least one polymer selected from the group consisting of acrylonitrile/butadiene, acrylonitrile, hydrogenated butadiene, acrylonitrile/carboxylated butadiene, acrylonitrile, hydrogenated and carboxylated butadiene and mixtures thereof.

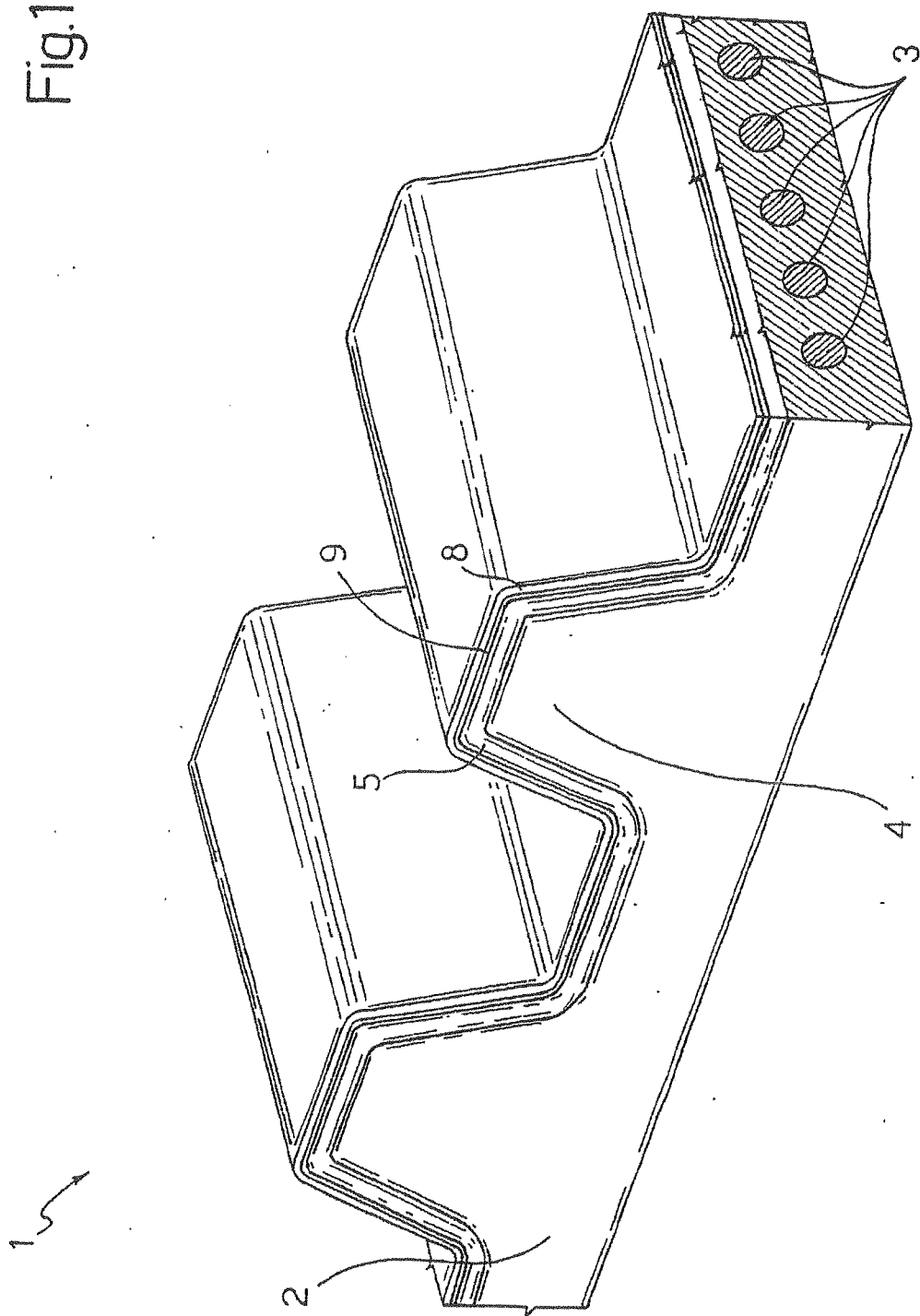
12. The toothed belt according to any of the preceding claims, characterised in that said fabric (5) is formed by a layer of fibres and has a total weight in the range between 700 g/m² and 1100.

13. The toothed belt according to claim 11, characterised in that said fabric (5) comprises texturised fibres.

14. The toothed belt according to claim 12 or 13, characterised in that said fabric (5) comprises polyamide fibres.

15. The toothed belt according to claim 14, characterised in that said fabric (5) comprises polyamide 6/6 fibres.

Fig.1



p. i.: MEGADYNE S.P.A.

Francesco FIUSSELLO
(Iscrizione Albo nr. 1099/B)

Fig. 2
Tabella 1

Ref.	Unità misura	1	2	3	4 - confronto	5
Struttura		CF400+E34.2/12	PBO168.1+ E34.2/10	CF800.3+E34.3/18	CF800.1+E34.3/6x7	CF1600+E34.6/12
Composizione nucleo (numero fili)	#	1	1	1x3	1	1
Nucleo - materiale		Fibre di carbonio	Fibre di PBO	Fibre di Carbonio	Fibre di Carbonio	Fibre di Carbonio
Esterno (Numero fili di Vetro)	Nc	12	10	18	7	12
Twist finale	T/m	80	70	45	62	55
Φ cord	mm	1,15	1,1	2,18	2,42	2,23
Φ cord - sez. cinghia	mm	1,05	1	2,08	2,22	2,1
Φ nucleo	mm	0,69	0,65	1,6	0,95	1,32
K		0,46	0,4375	0,945	0,8425	0,8875
Raggio core	mm	0,345	0,325	0,8	0,475	0,66
Raggio fili esterni	mm	0,09	0,0875	0,12	0,3175	0,195
Area core	mm ²	0,3739 (83%)	0,3318(85%)	2,0106(91%)	0,7088(56%)	1,3685(79%)
Area glass	mm ²	0,0064	0,0060	0,0113	0,0792	0,0299
Area glass totale	mm ²	0,0763(17%)	0,0601(15%)	0,2036(9%)	0,5542(44)	0,3584(21%)
Area netta cord	mm ²	0,4503	0,3920	2,2142	1,2630	1,7269
Area Totale cord	mm ²	0,8659	0,7854	3,3979	3,8708	3,4636
Carico rottura cord S	N	1273,34	1277,26	4107,45	2594,75	3480,59
Carico rottura cord Z	N	1187,01	1151,69	4143,74	2811,55	3457,04
Carico rottura medio cord	N	1230,17	1214,48	4125,60	2703,15	3468,82
Stress materiali	N/mm ²	2732,1	3098,5	1863,2	2140,2	2008,7
Stress cord	N/mm ²	1420,7	1546,3	1214,1	698,4	1001,5
Allungamento a Carico rottura (base 100 mm)	%	2,1	2,2	3,17	3,25	2,6
Modulo elastico cord	N/mm ²	67652	70287	38301	21488	38519

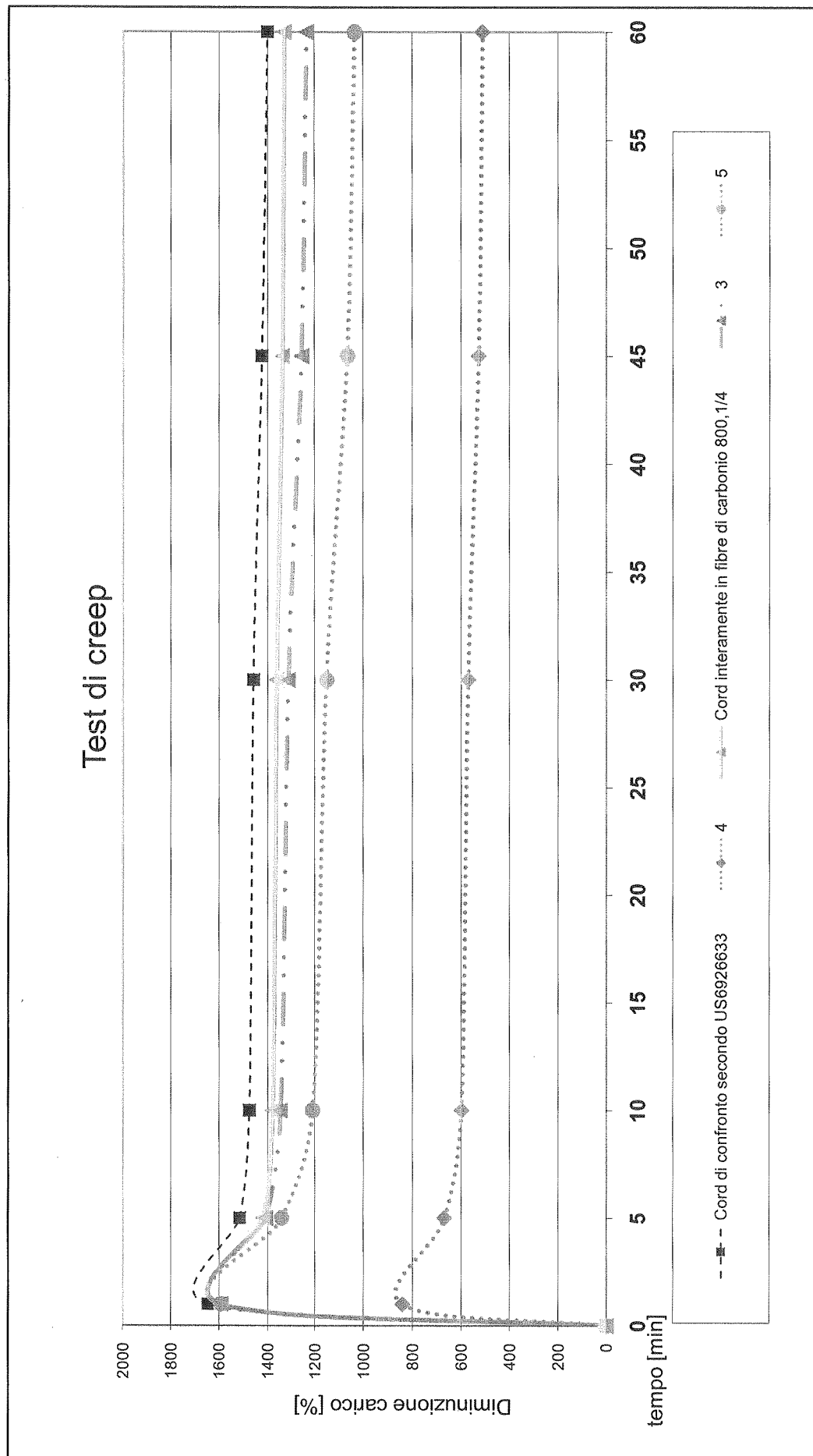
Fig. 3

Tabella 2 - Test di "creep" sui cord (metodo di US6926633)																							
Peso g/1000 mm		[Carico iniziale N 30 % "Breaking strength"] [valor medio su 4 tests]								Break													
		tempo (min)	0	1	5	10	30	45	60														
Cord di confronto secondo US6926633																							
6.807,0	S twist	1649,41	1507,2	1463,7	1446,5	1413,3	1400,7	1391,5	average [N]					Breaking strength [kg]		534,6		N	0	100	130	535	
	delta%	0	-8,6	-11,3	-12,3	-14,3	-15,1	-15,6						Allungamento a rottura [%]		4,37		%	0	1,33	1,56	4,37	
																Diametro [mm]		2,8-3,0		N	0	100	130
6.713,0	Z twist	1647,54	1519,03	1482,59	1467,53	1432,4	1400,7	1391,5						Breaking strength [kg]		549,2		%	0	1,3	1,53	4,31	
	delta%	0	-7,8	-10,0	-10,9	-13,1	-15,0	-15,5						Allungamento a rottura [%]		4,3		%	0	100	130	542	
	media	1648	1513	1473	1457	1423	1401	1392						Diametro [mm]		2,8-3,0		%	0	1,315	1,55	4,34	
4																							
6.822,0	S twist	838,53	674,12	602,83	573,15	528,13	512,3	501,17	average [N]					Breaking strength [kg]		264,5		N	0	100	130	265	
	delta%	0	-19,6	-28,1	-31,6	-37,0	-38,9	-40,2						Allungamento a rottura [%]		3,13		%	0	1,45	1,68	3,13	
																Diametro [mm]		2,41-2,43		N	0	100	130
7.030,0	Z twist	841,85	665,17	594,34	566,27	522,93	507,17	496,24						Breaking strength [kg]		286,6		%	0	1,54	1,77	3,37	
	delta%	0	-21,0	-29,4	-32,7	-37,9	-39,8	-41,1						Allungamento a rottura [%]		3,4		%	0	100	130	276	
	media	840	670	599	570	526	510	499						Diametro [mm]		2,41-2,43		%	0	1,495	1,73	3,25	
Cord interamente in fibre di carbonio 800, 1/4																							
3.888,0	S twist	1596,68	1423,67	1382,66	1366,37	1342,4	1334,18	1327,96	average [N]					Breaking strength [kg]		398,9		N	0	100	130	399	
	delta%	0	-10,8	-13,4	-14,4	-15,9	-16,4	-16,8						Allungamento a rottura [%]		2,57		%	0	1,26	1,42	2,57	
																Diametro [mm]		2,15-2,30		N	0	100	130
4.081,0	Z twist	1590,54	1414,00	1374,66	1356,18	1331,2	1322,69	1316,80						Breaking strength [kg]		447,3		%	0	1,37	1,52	2,83	
	delta%	0	-11,1	-13,6	-14,7	-16,3	-16,8	-17,2						Allungamento a rottura [%]		2,83		%	0	100	130	423	
	media	1594	1419	1379	1361	1337	1328	1322						Diametro [mm]		2,15-2,30		%	0	1,315	1,47	2,70	
3																							
5.461,0	S twist	1592,95	1413,25	1346,31	1309,14	1244,8	1220,85	1203,29	average [N]					Breaking strength [kg]		418,7		N	0	100	130	419	
	delta%	0	-11,3	-15,5	-17,8	-21,9	-23,4	-24,5						Allungamento a rottura [%]		3,26		%	0	1,5	1,69	3,26	
																Diametro [mm]		2,30-2,40		N	0	100	130
5.435,0	Z twist	1587,36	1404,50	1344,28	1314,33	1264,6	1245,30	1231,62						Breaking strength [kg]		422,4		%	0	1,37	1,52	2,83	
	delta%	0	-11,5	-15,3	-17,2	-20,3	-21,5	-22,4						Allungamento a rottura [%]		3,17		%	0	100	130	433	
	media	1590	1409	1345	1312	1255	1233	1217						Diametro [mm]		2,30-2,40		%	0	1,44	1,61	3,05	
5																							
5.528,0	S twist	1590,8	1355,18	1236,43	1181,37	1099,5	1069,08	1049,46	average [N]					Breaking strength [kg]		354,8		N	0	100	130	355	
	delta%	0	-14,8	-22,3	-25,7	-30,9	-32,8	-34,0						Allungamento a rottura [%]		2,51		%	0	1,29	1,46	2,51	
																Diametro [mm]		2,10-2,20		N	0	100	130
5.635,0	Z twist	1592,53	1325,25	1180,55	1119,16	1028,7	996,79	976,02						Breaking strength [kg]		352,4		%	0	1,36	1,54	2,65	
	delta%	0	-16,8	-25,9	-29,7	-35,4	-37,4	-38,7						Allungamento a rottura [%]		2,65		%	0	100	130	354	
	media	1592	1340	1208	1150	1064	1033	1013						Diametro [mm]		2,10-2,20		%	0	1,33	1,50	2,58	

p. i.: MEGADYNE S.P.A.

Francesco FIUSSELLO
(Iscrizione Albo nr. 1099/B)

Fig. 4

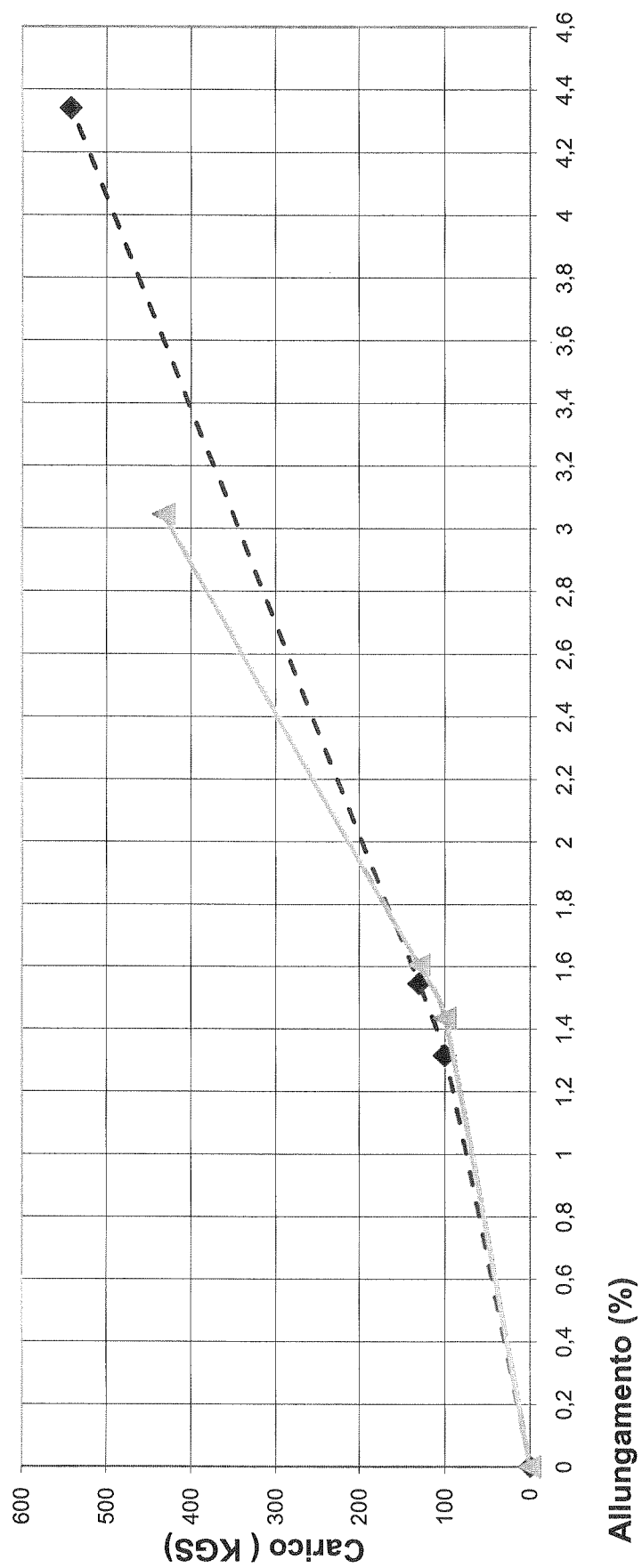


p. i.: MEGADYNE S.P.A.

Francesco FIUSSELLO
(Iscrizione Albo nr. 1099/B)

Fig. 5

Allungamento a rottura - Cinghie dentate a passo 14 mm



--- ◆ --- Cord di confronto secondo US6926633

— ▲ — 3

Fig. 6
Test dinamico accelerato - Probabilità di vita

