

Appendice I. Guaine e prodotti termorestringenti

Appendix I. Heat-shrinkable tubing and product

I termorestringenti sono prodotti a forma tubolare realizzati in materiale plastico e sottoposti a un processo di espansione in fase di produzione. Una volta che il termorestringente viene riscaldato è in grado di restringersi raggiungendo una determinata misura che è tipica del prodotto selezionato. È pertanto fondamentale operare una scelta corretta in termini dimensionali, di caratteristiche tecniche e di prestazioni.

I termorestringenti sono utilizzati per diverse applicazioni, la principale è quella relativa all'isolamento elettrico di terminazioni o giunzioni di cavi ma si utilizzano anche per la protezione meccanica, la protezione dall'umidità o dall'acqua o come sistemi di identificazione.

I termorestringenti sono caratterizzati da particolari resistenze ad agenti chimici, agli olii, alle temperature elevate, fiamme, vibrazioni, abrasioni e shock termici. I materiali utilizzati per la produzione dei termorestringenti sono termoplastici e hanno molecole lunghe e sottili disposte disordinatamente e una resistenza termomeccanica funzione della distanza tra le molecole.

Questi materiali sono tipicamente il PVC, le poliolefine, gli elastomeri, i fluoro-polimeri. A seconda del materiale scelto per produrre il termorestringente si possono avere resistenze a temperature ambiente che vanno da -75°C fino a $+250^{\circ}\text{C}$, temperature di restringimento che possono variare da $+120^{\circ}\text{C}$ a $+500^{\circ}\text{C}$ e rapporti di restringimento da 2:1 a 4:1. I termorestringenti si differenziano inoltre anche per colore, dimensione, spessore di parete e per la presenza o meno di uno strato adesivo interno.

Heat-shrinkable products are made of plastic and subjected to an expansion process during production. Once the product is heated, it is able to shrink reaching a certain size, which is typical of the selected product. It is therefore essential to make a correct choice in terms of size, technical characteristics and performance.

Heat-shrinkable products is used for various applications, the main one is for the electrical insulation of cable terminations or junctions but they are also used for mechanical protection, protection from humidity or water or as identification systems.

Particular resistance to chemicals, oils, high temperatures, flames, vibrations, abrasions and thermal shocks characterizes heat-shrinkable products. The materials used for the production of heat-shrinkable products are thermoplastic and have long and thin molecules arranged disorderly and a thermo-mechanical resistance, which is function of the distance between the molecules.

These materials are typically PVC, polyolefins, elastomers, fluoro-polymers. Depending on the material used to produce the heat-shrinkable product, the resistance to ambient temperatures can vary from -75°C to $+250^{\circ}\text{C}$, shrinkage temperatures can vary from $+120^{\circ}\text{C}$ to $+500^{\circ}\text{C}$ and shrinking ratios can vary from 2:1 up to 4:1. Heat-shrinkable products also differs in color, size, wall thickness and the presence or absence of an internal adhesive layer.

1.1 La produzione dei prodotti termorestringenti The production of heat shrinkable products

La produzione dei termorestringenti si compone di diverse fasi.

Heat shrink production consists of several stages.

- 1. Compounding.** Si tratta della fase di preparazione della miscela che è costituita dal polimero base del prodotto e da altri materiali che sono necessari per garantirne le prestazioni quali additivo per ritardare la combustione, per la stabilizzazione UV, fungicida, antiossidante, colore.
Compounding. This is the preparation phase of the mixture, which is made up of the base polymer of the product and other materials, which are necessary to guarantee flame resistance, UV stabilization, fungicide, antioxidant, color.
- 2. Estrusione.** Si tratta della fase in cui la miscela passa attraverso una macchina chiamata appunto estrusore riscaldandosi fino alla temperatura di fusione e, spinta attraverso una matrice e il successivo raffreddamento, conferisce al materiale la forma desiderata.
Extrusion. This is the phase in which the mixture passes through a machine called the extruder, heating up to the melting temperature and, pushed through a matrix and subsequent cooling, gives the material the desired shape.
- 3. Reticolazione.** Alcune plastiche incrementano le loro caratteristiche termomeccaniche qualora vengano sottoposte ad irraggiamento mediante elettroni ad alta energia o a vulcanizzazione chimica. Durante tali processi le loro catene molecolari formano dei legami permanenti per tutta la loro lunghezza. Si crea pertanto una nuova struttura molecolare tridimensionale definita "reticolata". Quando il prodotto viene esposto ad alte temperature il materiale reticolato diventa elastico, senza più fondere, mentre a bassa temperatura rimane flessibile.
Cross-linking. Some plastics increase their thermomechanical characteristics if they are subjected to radiation by high energy electrons or chemical vulcanization. During these process their molecular chains form permanent bonds along their entire length. Therefore, a new three-dimensional molecular structure called "cross-linked" is created. When the product is exposed to high temperatures, the cross-linked material becomes elastic, without melting, while at low temperature it remains flexible.
- 4. Espansione.** Il materiale riscaldato viene fatto passare all'interno di una camera di espansione che ne dilata le dimensioni fino al valore richiesto. Raggiunte le dimensioni espandute, il prodotto viene raffreddato. In questo modo il prodotto acquisisce una dimensione superiore a quella alla quale è stato estruso pertanto, una volta riscaldato, si restringerà fino a tornare alla sua forma originaria. Questo fenomeno si ottiene grazie alla memoria elastica dei materiali plastici ed è il fenomeno di base dei prodotti termorestringenti.
Expansion. The heated material is passed inside an expansion chamber, which expands its dimensions up to the required value. Once the expanded dimensions are reached, the product is cooled. In this way, the product acquires a larger size than the one to which it was extruded, therefore, once heated, it will shrink down to its original shape. This phenomenon is obtained thanks to the memory of plastic materials and is the basic phenomenon of heat-shrinkable products.
- 5. Finitura e confezionamento.** Le fasi successive al processo vero e proprio di produzione consistono nella eventuale marcatura del prodotto, nel taglio, nell'applicazione di eventuale adesivo interno e nel confezionamento. Il confezionamento può avvenire su bobine per guaine termorestringenti prodotte in lunghezza oppure in sacchetti per pezzi di lunghezza contenuta.
Finishing and packaging. The steps following the actual production process consist in the eventual marking of the product, in the cutting, in the application of any internal adhesive and in the packaging. The packaging can take place on reels for heat-shrinkable tubes produced in length or in bags for pieces of limited length.

I.2 I settori applicativi principali The main application sectors

I termorestringenti sono utilizzati per molte applicazioni ed in diversi settori. Si riassumono di seguito alcuni di questi settori/applicazioni che non devono essere considerati esaustivi delle possibilità offerte da questi prodotti.

Heat-shrinkable products are used for many applications and different sectors. Some of these sectors / applications are listed below and should not be considered exhaustive of the possibilities offered by these products.

Settore <i>Sector</i>	Applicazione <i>Application</i>
Macchinari <i>Machinery</i>	Impianti di refrigerazione <i>Refrigeration systems</i>
	Macchine per l'industria tessile <i>Machines for the textile industry</i>
	Macchine per cucire <i>Sewing machines</i>
	Piccoli elettrodomestici <i>Small appliances</i>
	Forni elettrici, lavatrici, frigoriferi <i>Electric ovens, washing machines, refrigerators</i>
	Condizionatori d'aria, <i>ventilator Air conditioners, fans</i>
	Macchine per telex e macchine da scrivere <i>Telex machines and typewriters</i>
	Ascensori, gru, argani e nastri trasportatori <i>Lifts, cranes, winches and conveyor belts</i>
Industria elettrica <i>Electric industry</i>	Generatori e motori <i>Generators and engines</i>
	Convertitori, trasformatori e rettificatori <i>Converters, transformers and rectifiers</i>
	Condensatori e fusibili <i>Capacitors and fuses</i>
	Interruttori e pannelli elettrici <i>Switches and electrical panels</i>
	Apparati di controllo e regolatori <i>Control devices and regulators</i>
	Cavi e fili elettrici, giunzioni e terminazioni <i>Electric cables and wires, junctions and terminations</i>
	Installazioni elettriche <i>Electrical installations</i>
	Apparati elettromedicali <i>Electromedical devices</i>
	Telefoni, strumenti di segnalazione e controllo <i>Telephones, signaling and control tools</i>
	Apparecchiature radar <i>Radar equipment</i>
	Apparecchi radio e televisione, amplificatori <i>Radio and television sets, amplifiers</i>
	Robot industriali <i>Industrial robots</i>
	Computer e data processing <i>Computer and data processing</i>
	Cavi per la televisione <i>Cables for television</i>
Trasporti <i>Transport</i>	Cantieri navali <i>Shipyards</i>
	Ferrovie <i>Railways</i>
	Tram <i>Tram</i>
	Automobili, camion e autobus <i>Cars, trucks and buses</i>
	Aeroplani e loro apparecchiature <i>Airplanes and their equipment</i>
	Trattori <i>Tractors</i>

Settore <i>Sector</i>	Applicazione <i>Application</i>
Costruzioni <i>Constructions</i>	Costruzione e manutenzione piattaforme petrolifere <i>Construction and maintenance of oil platforms</i>
	Appaltatori elettrici <i>Electrical contractors</i>
Industria militare ed aeronautica <i>Military and aeronautical industry</i>	Aeroplani <i>Airplanes</i>
	Veicoli spaziali <i>Spacecraft</i>
	Apparecchiature di lancio <i>Throwing equipment</i>
	Veicoli a terra <i>Ground vehicles</i>
	Unità navali di superficie e sottomarini <i>Naval surface units and submarines</i>
	Missili <i>Missiles</i>
	Installazioni radar <i>Radar installations</i>
Altri settori <i>Other sectors</i>	Industria mineraria e relativo equipaggiamento <i>Mining industry and related equipment</i>
	Industria petrolchimica, protezione chimica <i>Petrochemical industry, chemical protection</i>
	Protezione dalla corrosione di pali metallici <i>Protection from corrosion of metal poles</i>
	Attrezzature sportive <i>Sport equipment</i>
	Rifinitura delle estremità di funi <i>Finishing the ends of ropes</i>
	Macchine agricole <i>Agricultural machinery</i>
	Cinture di sicurezza <i>Seat belts</i>
	Hobbistica elettronica <i>Electronic do-it-yourself</i>