

GIULIO NATTA

Una nuova affermazione italiana nel campo tessile: le fibre di polipropilene (*)

Il polipropilene isotattico, costituito da macromolecole lineari aventi una eccezionale regolarità di struttura sterica, si presta per la produzione di fibre tessili aventi alta cristallinità ed elevata tenacità. Le caratteristiche elastiche delle fibre dipendono dalla purezza sterica del polimero e possono essere variate a piacere entro limiti assai ampi. A causa della bassa densità (0,90-0,92), inferiore a quella di tutte le fibre tessili note sia artificiali che sintetiche, del basso costo del monomero e della semplicità dei processi di filatura si prevedono larghe ed importanti applicazioni delle fibre polipropilene nel campo tessile.

Più di una persona interessata nel campo tessile si sarà certamente domandata se la scoperta di una nuova fibra non rappresenti altro che una complicazione ed un peggioramento di una situazione che in quest'ultimo decennio si è creata nel mondo, già invaso da una miriade di nuove fibre appartenenti a decine di tipi chimicamente diversi.

L'utilizzatore si trova disorientato di fronte a circa 150 nomi commerciali di fibre sintetiche per lo più terminanti con le desinenze *on*, *il*, *en*, *in*, fabbricate commercialmente in Europa, negli Stati Uniti ed in Giappone.

E' già difficile riuscire a rendersi ben conto dell'interesse pratico e delle prospettive future delle principali di esse, di come possono essere risolti pra-

ticamente molti dei problemi connessi con la loro utilizzazione da sole, o in miscela con altre fibre, della loro tintura, etc. ed ancora oggi vengono buttate sul mercato altre fibre tessili, alcune di tipo completamente nuovo.

Devo perciò chiarire subito un lato del problema che è molto importante. Quello di cui si sente il bisogno, non è una fibra tessile sintetica del tipo e del costo di quelle già note, ma una fibra tessile che si differenzi da esse in modo fondamentale, perchè fornita di un complesso di proprietà nel loro insieme decisamente favorevoli e che abbia il pregio di costar poco, molto meno delle più pregiate fibre sintetiche note.

Il polipropilene, come vedremo, si differenzia dagli altri materiali polimerici, usati per la produzione di fibre sintetiche, perchè è quello che potrà essere pro-

(*) Conferenza tenuta alle Giornate della Chimica alla XXXVII Fiera di Milano (15, 16, 17 aprile 1959).

dotto su larga scala ad un prezzo inferiore a tutti gli altri. Esso infatti viene ottenuto per polimerizzazione di un monomero semplice, che costa molto poco, il propilene. Le fibre di polipropilene vengono ottenute per estrusione del polimero allo stato fuso e successivo stiro. Esse presentano proprietà meccaniche ottime: sono le più leggere tra tutte le fibre note, pur essendo altamente cristalline, e ciò nonostante che, per la massima parte dei solidi, lo stato cristallino rappresenta lo stato fisico più denso.

E' forse utile a questo punto chiarire che cosa significhi cristallinità per le fibre tessili.

Tutte le fibre organiche, sia naturali che sintetiche, sono costituite da macromolecole aventi lunghezza dell'ordine di grandezza delle migliaia di Å, centinaia o migliaia di volte maggiore del loro diametro medio. Tale loro caratteristica determina la loro attitudine a parallelizzarsi per effetto di uno stiro longitudinale o ad associarsi in fasci paralleli, ma soltanto quelle che sono costituite da gruppi chimicamente e stericamente uguali, regolarmente ripetentisi, possono cristallizzare. La linearità, la flessibilità delle singole

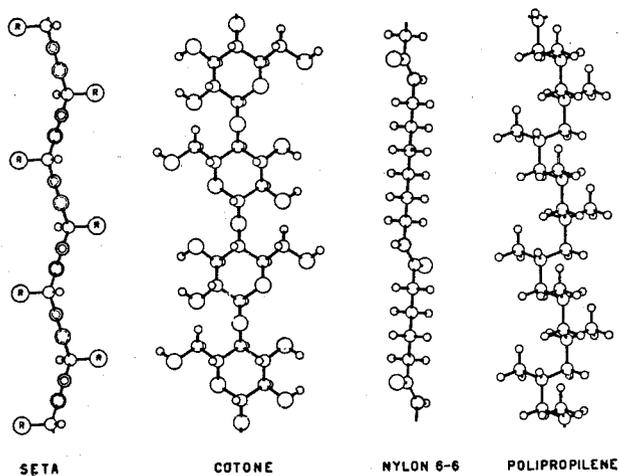


Fig. 1 - Confronto tra le catene di alcune fibre naturali e sintetiche.

macromolecole ed inoltre la regolarità della loro struttura, che induce la cristallinità dei loro aggregati, sono fattori che determinano molte delle proprietà meccaniche più importanti, indipendentemente dal tipo di fibra (artificiale o sintetica).

La cristallinità che interessa le fibre tessili ha però un significato diverso da quello a cui erano abituati il chimico ed il mineralogo prima della scoperta dei raggi X. Non è dovuta a cristalli singolarmente visibili ad occhio nudo e neanche al microscopio. I cristalli nelle fibre tessili corrispondono ad una disposizione regolare della materia, paragonabile a quella che si ritrova nei metalli, con la differenza che è limitata a regioni submicroscopiche. I normali microscopi ottici consentono, nel caso dei polimeri lineari, di vedere non i singoli cristalli, ma tutt'al più dei loro aggregati.

Mentre nei cristalli di sostanze a basso peso molecolare ogni cristallo contiene un grandissimo numero di molecole intere, i cristalli delle macromolecole lineari contengono in generale solo dei tratti di mo-

lecola ed una singola macromolecola può far parte di più cristalli. Questa proprietà evita le fratture inter-cristalline e contribuisce alla elevata resistenza meccanica delle fibre orientate.

Malgrado le estremamente piccole dimensioni dei cristalli, determinabili con la diffrazione ai raggi X, che consente di rilevare regioni cristalline delle dimensioni del centomillesimo di millimetro, ciò nondimeno la loro presenza esercita un'influenza decisiva sulle proprietà delle fibre tessili.

Il nailon e certe fibre poliesteri, ad es. sono costituite da sostanze altamente cristalline e contengono un elevato numero di catene per unità di sezione e perciò presentano altissima resistenza a trazione. Il cotone possiede una cristallinità assai elevata, le fibre cellulosiche artificiali una cristallinità minore, la seta cristallinità piuttosto bassa, ancora meno la lana. Le

TABELLA 1.

Cristallinità e tenacità di fibre

	cristallinità	sezione della catena dei cristalli Å ²	tenacità g/denaro
<i>Fibre sintetiche</i>			
Polipropilene isotattico	70-85% (1)	33	6 - 8 (1)
Polipropilene tecnico-isotattico	55-75% (1)	33	4.5 - 8 (1)
Nailon	55-70% (2)	17.6	4.5 - 8 (3)
Polietilene lineare (bassa pressione)	65-85% (1)	18.2	2 - 6 (1)
Polietilene (alta pressione)	40-60% (1)	18.2	1 - 2.5 (3)
Polivinilcloruro	< 10% (1)	28.6	2.5 - 3.5 (1)
<i>Fibre cellulosiche</i>			
Ramie	69-71% (2)	32.8	5 (3)
Cotone	69-70% (2)	32.8	2 - 6 (3)
Raion viscosa	37-40% (2)	32.8	1.8 - 4.5 (3)

(1) Nostre misure.

(2) STUART: « Der Physik der Hochpolymeren » - Vol. III., Springer Verlag, Berlino (1955), p. 272.

(3) E. R. KOSWELL: « Textile Fibers » - Reinhold Publ., New York (1953), p. 8.

fibre poliacrilonitriliche e poliviniliche sono invece quasi amorfe. Nella tabella 1 sono confrontate le sezioni delle catene, la cristallinità e la tenacità di alcune fibre organiche. Le fibre cristalline ad alta temperatura di fusione presentano in generale alta resistenza allo scorrimento viscoso, mentre le fibre non cristalline si deformano irreversibilmente già a temperature vicine a quella di transizione vetrosa, al di sotto della quale il materiale assume una certa fragilità. Questa è la ragione per la quale la massima parte delle fibre sintetiche non cristalline (per es. quelle viniliche) non sopportano temperature elevate.

Le fibre, fatte dall'uomo a partire dalla cellulosa ricavata dal legno, non possono presentare alta cristallinità perchè è già bassa la cristallinità della cellulosa di origine: inoltre, trattandosi di un materiale infusibile, essa deve subire, per poter essere filata, delle trasformazioni chimiche che la rendono solubile, ma che nel contempo ne riducono la capacità di cristallizzare.

D'altra parte prima della scoperta delle polimerizzazioni anioniche coordinate stereospecifiche, la possibilità di ottenere macromolecole, aventi struttura altamente regolare (presupposto della cristallinità) e adatte a fare delle fibre, era limitata all'impiego di un numero relativamente ristretto di materie prime o di prodotti intermedi basso molecolari (monomeri).

Per ottenere prodotti cristallini i processi precedentemente noti di polimerizzazione richiedevano materiali di partenza (monomeri) altamente simmetrici, quelli di policondensazione richiedevano l'impiego di molecole monomeriche non ramificate con i gruppi reattivi terminali.

Come conseguenza di questa premessa molte materie prime semplici, ed in particolare proprio quei mo-

sono delle miscele inattive. La natura, sia nella sintesi della cellulosa nelle piante, sia nella sintesi della fibroina della seta, ha disposto in modo regolare elementi costitutivi asimmetrici, tutti di uno stesso tipo, per costruire delle molecole lineari capaci di cristallizzare.

La scoperta dei processi di polimerizzazione stereospecifica, fatta al Politecnico di Milano, oltre 5 anni fa, consente di ottenere macromolecole lineari, aventi eccezionale regolarità di struttura, partendo da materie prime (monomeri) estremamente semplici. Tra di essi sono da ricordare certi idrocarburi monoolefinici (quale il propilene) ottenibili a bassissimo costo dal petrolio, ed esistenti in certi casi come sottoprodotti del cracking del petrolio (1).

TABELLA 2

Monomeri olefinici

Monomeri (*)	Unità monomeriche simmetriche	Monomeri (**)	Unità monomeriche asimmetriche
Etilene	$\begin{array}{c} H & H \\ & \\ -C & -C- \\ & \\ H & H \end{array}$	Propilene	$\begin{array}{c} H & CH_3 \\ & \\ -C & -C- \\ & \\ H & H \end{array}$
Cloruro di vinilidene	$\begin{array}{c} H & Cl \\ & \\ -C & -C- \\ & \\ H & Cl \end{array}$	Stirolo	$\begin{array}{c} H & C_6H_5 \\ & \\ -C & -C- \\ & \\ H & H \end{array}$
Perfluoroetilene	$\begin{array}{c} F & F \\ & \\ -C & -C- \\ & \\ F & F \end{array}$	Vinileteri	$\begin{array}{c} H & OR \\ & \\ -C & -C- \\ & \\ H & H \end{array}$
		Acrilati	$\begin{array}{c} H & COOR \\ & \\ -C & -C- \\ & \\ H & H \end{array}$

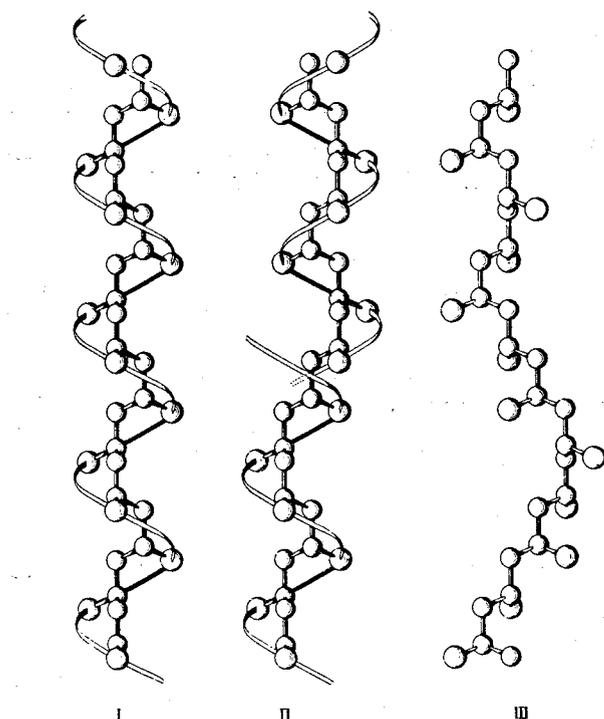


Fig. 2 - Confronto tra le configurazioni di tratti di catene di polipropilene isotattico (I), atattico (II) ed un tratto contenente un'inversione di configurazione.

nomeri più facili a procurarsi, non erano impiegabili per la produzione sintetica di fibre tessili, mentre la produzione di monomeri aventi una struttura speciale (ad es. particolari diacidi, diammine, lattami, glicoli per le fibre poliammidiche e da poliesteri), richiede per la loro sintesi una serie di operazioni chimiche complesse, che ne determina un elevato costo. A differenza delle fibre sintetiche cristalline fatte dall'uomo prima d'ora, le fibre tessili naturali sono costituite da elementi costitutivi asimmetrici, che non sono ottenibili dall'uomo per sintesi diretta, se non in miscela con la forma enantiomorfa, l'una immagine speculare dell'altra ma ad essa non sovrapponibile, come non è sovrapponibile la mano destra alla sinistra.

Mentre le sostanze monomeriche, che la natura impiega nelle fibre sono otticamente attive (ruotano la luce polarizzata), quelle fatte dall'uomo per sintesi

Queste alfa-olefine forniscono unità monomeriche asimmetriche e quindi non potevano fornire, prima della scoperta delle polimerizzazioni stereospecifiche, dei polimeri lineari aventi alta regolarità di struttura, e perciò cristallizzabili.

I nuovi processi di polimerizzazione anionica coordinata consentono di dirigere la polimerizzazione di monomeri asimmetrici nel modo voluto, ed ottenere, per es. con catalizzatori non stereospecifici, delle macromolecole lineari aventi struttura sterica disordinata (gomme elastiche) oppure con catalizzatori stereospecifici delle macromolecole lineari aventi struttura regolare, capaci di cristallizzare, adatte per produrre materie plastiche e fibre tessili ad elevate caratteristiche meccaniche.

Avevo battezzato come struttura isotattica il tipo di struttura regolare dovuta al fatto che i tratti di catena che la posseggono sono costituiti da unità

monomeriche aventi tutte la stessa configurazione sterica relativa. Nella fig. 2 sono rappresentate catene di polipropilene aventi struttura ordinata (isotattiche), e disordinata (atattiche).

Certi catalizzatori di polimerizzazione anionica, non ancora stereospecifici, permettono di ottenere molecole lineari anche dall'etilene, che è la più semplice olefina (che possiede una molecola simmetrica), ma la grande flessibilità della catena polietilenica è la causa della scarsa durezza e della bassa temperatura di fusione (120-137°C) dei cristalli del polietilene, che ne limitano in modo decisivo l'impiego per la produzione di fibre tessili.

Le olefine superiori forniscono polimeri isotattici solo con l'impiego di processi di polimerizzazione stereospecifici.

Nei polimeri isotattici, allo stato cristallino, le catene assumono una conformazione ad elica. Tali eliche possono sussistere con senso destrorso o sinistrorso ed inoltre con i gruppi laterali rivolti verso il basso o verso l'alto. Catene dei quattro tipi coesistono nei cristalli. I processi di polimerizzazione stereospecifici, che sono una scoperta italiana, permet-

TABELLA 3

Polimero	Costo del monomero negli USA, cent/lb (*)	P. F. del polimero, °C
Polietilene (lineare)	5-6	125-137
Polipropilene isotattico	3-5	170-176
Polibutilene isotattico	4-5	130-140
Poli-4-metilpentene isotattico (**)		240-250
Polistirolo isotattico	13-14	230-240

(*) Costo previsto per grandi produzioni.

(**) Non si dispone di dati attendibili sul costo di produzione del monomero su scala commerciale.

tono di ottenere dal propilene polimeri sostanzialmente isotattici. Essi già sono prodotti commercialmente ed usati come materie termoplastiche che hanno trovato un'ottima accoglienza per la loro facile lavorabilità, alta durezza, alta temperatura di fusione, resistenza chimica e meccanica elevata, grande leggerezza (MOPLEN).

Nella tabella 3 sono indicati i costi del propilene e di altri idrocarburi vinilici negli Stati Uniti.

In Europa il costo dei monomeri, preparati appositamente dal petrolio, risulta di poco più alto del prezzo sopra indicato, se tali monomeri vengono prodotti con impianti appositi della capacità di decine di migliaia di tonnellate all'anno, come è previsto in alcuni impianti già esistenti o in costruzione.

L'applicazione del polipropilene isotattico nel campo delle fibre tessili è stata da me preconizzata già al momento della scoperta del polimero altamente cristallino. A poche settimane dalla scoperta di esso era stata realizzata con mezzi di fortuna al Politecnico di Milano la produzione dei filamenti monobava orientati per stiro, ottenuti estrudendo dai polimeri aventi peso molecolare di centinaia di migliaia.

Già si erano ottenute allora resistenze di 70 kg/mm². Filamenti orientati aventi un peso 1/8 del ferro possedevano la resistenza dell'acciaio.

Circa 5 anni di lavoro, sviluppato prevalentemente nei laboratori della Montecatini a Terni, sono stati necessari per mettere a punto una produzione negli impianti pilota e per poter giungere ai processi che stanno per essere applicati negli impianti industriali.

A tali ricerche, che sono costate cifre dell'ordine di grandezza di parecchi miliardi di lire, hanno partecipato molte decine di chimici, fisici ed ingegneri.

Il tempo, che è stato necessario per risolvere il problema, che è risultato alquanto inferiore al tempo che ha richiesto alla Du Pont la messa a punto della produzione industriale del nailon, si deve ritenere non lungo se si considerano le difficoltà incontrate, ed il numero e la varietà di problemi che si è dovuti risolvere, dovuti alla singolare struttura dei nuovi polimeri.

Nel caso del nailon, nella condensazione di un dato diacido lineare puro con una data diammina lineare pura, aventi entrambi i gruppi reattivi in posizioni terminali, non si può ottenere che un solo tipo di struttura della macromolecola, per cui le differenze tra i diversi polimeri sono dovute solo a differenze nel valore medio e nella distribuzione dei pesi molecolari.

TABELLA 4

Tipo di polipropilene	Carico di rottura g/d	Allungamenti elastici	Temp. fusione °C
Isotattico puro	5-8 *	10-20 %	175-176
Isotattico tecnico	5-8 *	15-30 %	170-175
A stereoblocchi	3-6	30-50 %	160-165
A stereoblocchi	2-4	50-100 %	150-160

(*) Valori normali di produzione tecnica, elevabili a 10 g/d in casi speciali.

Nel caso delle alfa-olefine, anche usando catalizzatori anionici coordinati, che forniscono solo molecole lineari testa-coda, si possono avere prodotti che presentano proprietà ben diverse a seconda della struttura sterica. Nel caso delle macromolecole con struttura isotattica, le proprietà variano in modo notevolissimo a seconda che tutta la molecola possieda struttura regolare isotattica o che tale struttura sia limitata a dei segmenti di catena di varia lunghezza, essi soli capaci di cristallizzare.

Il fatto che i polimeri ottenuti dallo stesso monomero (propilene) possano assumere proprietà diverse a seconda della loro struttura sterica, rappresenta un aspetto molto interessante. Esso consente di produrre, dalla stessa materia prima, dei prodotti le cui proprietà meccaniche possono variare a piacere, raggiungendo o superando in certi casi l'alta resistenza a trazione del nailon, con gli allungamenti elastici desiderati, che possono variare a piacere entro larghi limiti, tra un minimo paragonabile a quello di una fibra cellulosica e massimi superiori a quelli della lana. E' possibile inoltre ottenere in certi casi polimeri con proprietà paragonabili a quelle di un filo di gomma elastica di alta tenacità. Tra tante varietà di prodotti possibili può sembrare un compito non

semplice, che è stato però pienamente risolto, quello di produrre un tipo avente proprietà costanti perfettamente riproducibili.

Mentre, in fase di laboratorio, sono stati studiati i diversi prodotti ottenibili, negli impianti pilota si è indirizzata in primo luogo la produzione verso un tipo di polimero di proprietà costanti, avente alta cristallinità, alta temperatura di fusione e facile a filarsi ad elevate velocità. Questo tipo è quello che presenta la maggiore importanza pratica, sia per la produzione di fiocco da usarsi nell'industria cotoniera che in quella laniera, sia per la produzione di filo continuo mono- e pluri-bava, liscio od arricciato.

Una delle più interessanti proprietà del polipropilene cristallino, per i suoi impieghi tessili, è la sua bassa densità, minore di quella dell'acqua ($d = 0,90-0,91$), la più bassa che sia stata osservata nelle fibre tessili sinora conosciute.

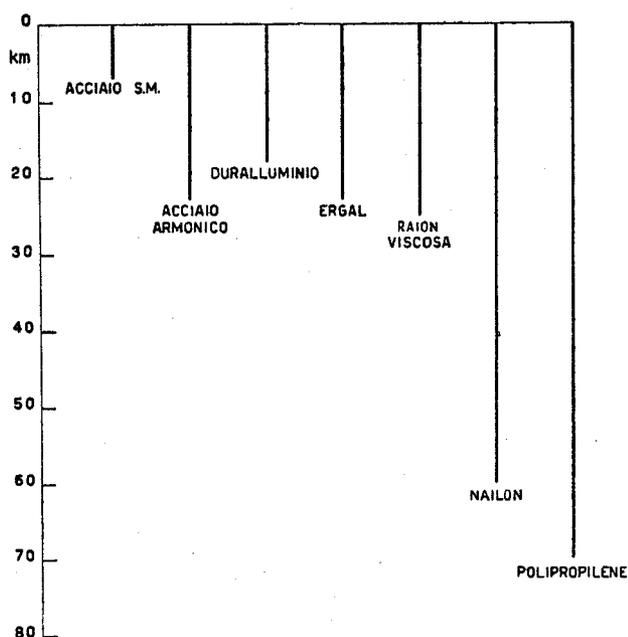


Fig. 3 - Confronto tra le lunghezze massime capaci di sostenere il peso proprio di fili di materiali diversi

Tale bassa densità del polimero ha influenza sulla densità delle fibre e sul peso apparente dei tessuti. Poiché i tessuti si vendono a metri e non a chili, ciò rappresenta un fattore di notevole importanza pratica, perchè offre, a parità di costo in peso della fibra, la possibilità per l'utilizzatore di ottenere una maggiore superficie ed un maggior volume di prodotti finiti.

La non rigonfiabilità delle fibre polipropileniche in presenza di acqua, fa sì che la resistenza sia la stessa a secco e ad umido.

Alla natura paraffinica del polipropilene si deve la scarsa tendenza a fissare sostanze coloranti da soluzioni acquose. Alla sua trasparenza si deve la tinta brillante che si ottiene mediante colorazione in pasta.

Il problema della tintura delle fibre e dei tessuti è stato affrontato effettuando modificazioni chimiche della catena polimerica in modo da renderla affine per i colori, oppure mediante innesti chimici di grup-

pi tingibili, oppure ancora mediante aggiunta al polipropilene allo stato fuso, prima della filatura, di piccole quantità di altre sostanze in esso solubili che presentano affinità per i colori.

Quest'ultimo sistema si presenta particolarmente pratico per la fibra polipropilenica a causa della sua alta resistenza meccanica. Infatti, anche nell'ipotesi più sfavorevole, che tali aggiunte non portino nessun contributo alla resistenza meccanica del filamento, ed anzi la diminuiscono proporzionalmente alla loro percentuale in peso contenuta nella fibra, ne risulta che l'aggiunta del 10 od anche del 20 % di tali sostanze abbassa la resistenza a trazione di un fibra, che in loro assenza risulta ad es. di 6 g/denaro a valori rispettivamente del 5,4 o di 4,8 g/denaro, che sono più che sufficienti per gli usi pratici.

Questi sistemi hanno consentito di ottenere fibre o tessuti di polipropilene tingibili con i normali procedimenti di tintura.

Ancora più economica risulta la tintura in pasta, che permette di ottenere con grande facilità una svariata gamma di tinte brillantissime di notevole solidità.

TABELLA 5

Fibra	Densità
Saran (polivinilidencloruro)	1,72
Cotone	1,50 - 1,55
Canapa, iuta, lino	1,48 - 1,50
Seta greggia	1,33 - 1,34
Lana	1,30 - 1,32
Terilene, terital, dacron	1,38 - 1,39
Movil (cloruro di polivinile)	1,35 - 1,38
Nailon	1,14
Polipropilene (modificazione stabile)	0,90 - 0,92
Polipropilene (modificazione smettica)	0,85 - 0,88

La possibilità di modificare a piacere il peso molecolare e la composizione sterica, e quindi la cristallinità del polimero, come già accennato, consente di ottenere una varietà di prodotti con proprietà meccaniche ed elastiche variabili entro larghi limiti.

I trattamenti termici possono inoltre influire ancora notevolmente sulle proprietà dei polimeri. Oltre al polimero altamente cristallino con densità di circa 0,92 che fornisce fibre fusibili a 170-175 °C, che sopportano lo stiro con ferro caldo, effettuato in modo analogo alle più usate fibre sintetiche, è possibile, in certe condizioni, ottenere, dallo stesso polimero, prodotti aventi una cristallinità di tipo diverso per quanto riguarda la disposizione relativa delle singole catene parallelizzate, aventi diverso senso di spiralizzazione. Mentre il polipropilene cristallino ricotto contiene catene ad elica destra e sinistra disposte l'una rispetto all'altra in modo regolare, esiste nel polipropilene temprato una diversa forma cristallina, di tipo smettico, corrispondente ad una disposizione statistica delle catene destre e sinistre ⁽²⁾. La sua densità è ancora più bassa (0,86-0,88) e di ben poco superiore a quella del polipropilene amorfo (0,85) di cui presenta praticamente lo stesso indice di rifrazione.

I prodotti ottenuti con tale forma smettica sono perciò trasparenti, pur essendo cristallini. Normal-

mente i polimeri cristallini (ad es. polietilene a bassa pressione) sono opachi o traslucidi perchè contengono zone cristalline ed amorphe di differente densità ottica. Tale proprietà è di notevole importanza per un'altra applicazione del polipropilene, di cui verrà riferito più diffusamente in questo stesso convegno. Essa consente di ottenere dei film di polipropilene aventi alte caratteristiche meccaniche per l'orientamento planare dei cristalli ed un'elevata trasparenza. Essi presentano inoltre una elevata flessibilità o morbidezza a differenza dei film ottenuti da altri polimeri

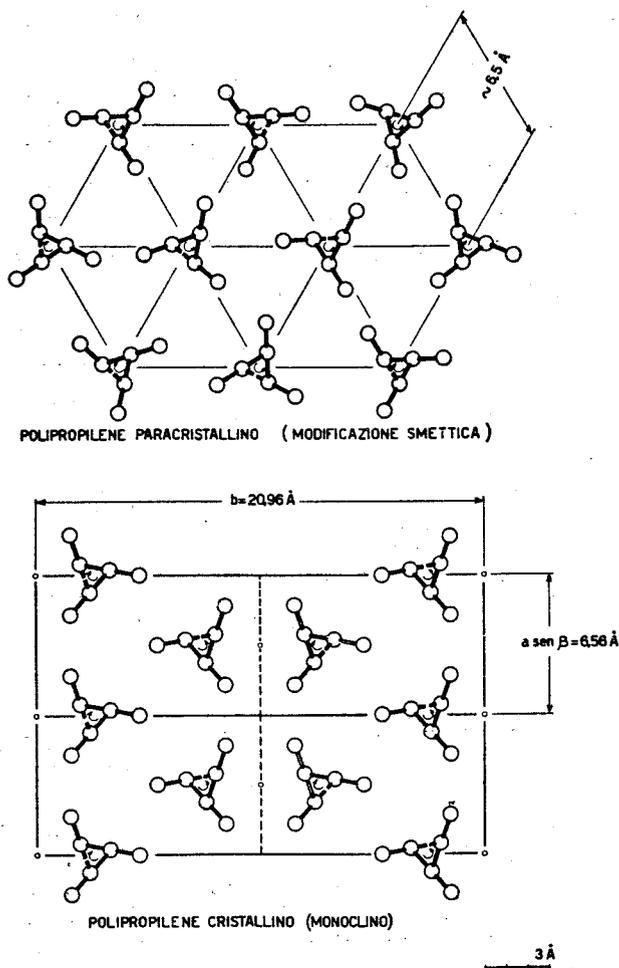


Fig. 4 - Confronto tra le sezioni normali all'asse della fibra dei cristalli della modificazione stabile del polipropilene cristallino e della sua modificazione smettica.

cristallini (*cellofan*) o da polimeri non cristallini non plastificati (polivinilcloruro, polistirolo, ecc.) che, essendo impiegati al di sotto della temperatura di transizione vetrosa, risultano o più rigidi o più fragili. Per quanto riguarda il polipropilene si sono sentiti dei pareri contraddittori riguardo all'influenza che esercita la presenza di una transizione vetrosa sulle sue proprietà a temperatura di circa 0°C.

Tale transizione si osserva in modo rilevante solo per i prodotti amorfi ed a temperature dipendenti dal metodo usato per la sua determinazione, -35°C (metodo dilatometrico), +0-15°C (certi metodi dinamici). Tale transizione, che aumenta la fragilità dei pro-

dotti amorfi, è però molto meno sentita nei prodotti altamente cristallini ed orientati, sebbene sia rilevabile per il notevole aumento del modulo elastico e della tenacità della fibra per raffreddamento al di sotto di 0°C.

I bassi costi del propilene monomero e del processo di polimerizzazione, la semplicità della filatura e della filmatura per fusione, sono fattori favorevoli che determinano larghe possibilità di applicazione dei nuovi prodotti. Su tali applicazioni riferiranno in modo dettagliato rispettivamente l'ing. FIOR e l'ing. CAMERINI del Laboratorio Ricerche di Terni, dove è stato sviluppato lo studio tecnologico dell'impiego del polipropilene isotattico.

Alcune applicazioni di un tipo di fibre polipropilene sono esposte in questa Fiera nel padiglione Montecatini.

Il fare delle previsioni per il futuro è sempre una cosa azzardata, ma credo di poter affermare, senza timore di smentita, che ben difficilmente potrà essere sintetizzata una fibra organica più economica del polipropilene.

E' possibile prevedere, in base al costo della materia prima ed alla semplicità dei processi di polimerizzazione e di filatura, che tra qualche anno, quando la produzione di fibre polipropilene supererà nei singoli impianti le decine di migliaia di t/anno, il suo costo potrà essere notevolmente ridotto e risultare non solo inferiore a quello di qualunque fibra sintetica, ma probabilmente inferiore a quello attuale del cotone. Ciò potrà rappresentare un significativo contributo al grande sviluppo, che è in atto, della grande industria chimica organica alifatica, che potrà avere dei riflessi notevoli in campi diversi: economici, sociali ed anche politici. Infatti si prevede che prima della fine del secolo la popolazione del mondo (al ritmo attuale di crescita) supererà i 5-6 miliardi. Ammettendo inoltre che il tenore di vita migliori notevolmente, anche tra le popolazioni più povere, dovrà perciò venire enormemente aumentata la superficie agricola da destinarsi alla produzione di alimenti. Ciò sarà possibile soltanto se una estesa produzione industriale di massa ed a basso costo di prodotti sintetici sostituirà con vantaggio certi prodotti fondamentali attualmente derivanti dall'agricoltura (quali le fibre tessili, la gomma naturale, la cellulosa, il legno, la carta, etc.). L'opera dei chimici potrà contribuire così al raggiungimento di un più elevato tenore di vita e di un maggiore benessere che auguriamo a tutti i popoli del mondo.

Istituto di Chimica Industriale del Politecnico, Milano, 17 aprile 1959.

Giulio NATTA

BIBLIOGRAFIA

- (1) G. NATTA, *Atti Accad. Naz. Lincei, Memorie* 4 (8), 61 (1955).
G. NATTA, P. PINO, P. CORRADINI, F. DANUSSO, E. MANTICA, G. MAZZANTI, G. MORAGLIO, *J. Am. Chem. Soc.* 77, 1708 (1955).
G. NATTA, IV Congresso Mondiale del Petrolio, Roma, giugno 1955 - Reprint 13, Sez. IV/C.
G. NATTA, *Makrom. Chem.* 16, 213 (1955).
G. NATTA, *Angew. Chem.* 68, 393 (1956).
G. NATTA, *Experientia Suppl.* VII, 21 (1957).
G. NATTA, *Gazz. Chim. Ital.* 89, 52 (1959).
- (2) G. NATTA, M. PERALDO, P. CORRADINI, *Rend. Accad. Naz. Lincei* (8) 26, 14 (1959).

Une nouvelle réalisation italienne dans le domaine textile: les fibres de polypropylène

Le polypropylène isotactique, formé par des macromolécules linéaires ayant une structure stérique exceptionnellement régulière, convient à la production de fibres textiles ayant une élevée cristallinité ainsi qu'une élevée ténacité. Les caractéristiques élastiques des fibres dépendent de la pureté stérique du polymère et peuvent être variées à souhait dans des limites assez larges. A cause de sa basse densité (0,90-0,92) inférieure à celle de toutes les fibres textiles connues jusqu'ici, artificielles aussi bien que synthétiques, du bas coût du monomère et de la simplicité des procédés de filage, on prévoit de larges et importantes applications des fibres de polypropylène dans le domaine des textiles.

G. NATTA

Chimica Industria 41, 647 (1959)

A New Italian Achievement in Textiles: Polypropylene Fibers

Isotactic polypropylene, constituted of linear macromolecules having an exceptionally high structural order, can be used for the production of textile fibers having high crystallinity and excellent strength. Elastic behavior of the fibers depends upon the steric purity of the polymer and can be varied at will within wide limits. Thanks to the low density (0,90-0,92), lower than that of any other known fiber, natural or synthetic, to the limited cost of the monomer, and to its easy spinning, an extensive application of polypropylene fibers in the textile industry is foreseen.

G. NATTA

Chimica Industria 41, 647 (1959)

Neuer italienischer Erfolg auf dem Textilgebiet: die Polypropylenfasern

Das isotaktische Polypropylen, das aus linearen Makromolekülen mit ausserordentlich regelmässiger sterischer Struktur besteht, eignet sich zur Herstellung von Textilfasern mit hoher Kristallinität und erheblicher Festigkeit. Die elastischen Eigenschaften der Fasern hängen von der sterischen Reinheit des Polymeren ab und können nach Belieben innerhalb weiter Grenzen variiert werden. Infolge der geringen Dichte (0,90-0,92), die niedriger ist als die sämtlicher bekannter, künstlicher und synthetischer Fasern, des niedrigen Preises des Monomeren und der Einfachheit der Spinnprozesse, sind weitgehende und bedeutende Anwendungen der Polypropylenfasern im Textilgebiet vorauszusehen.

G. NATTA