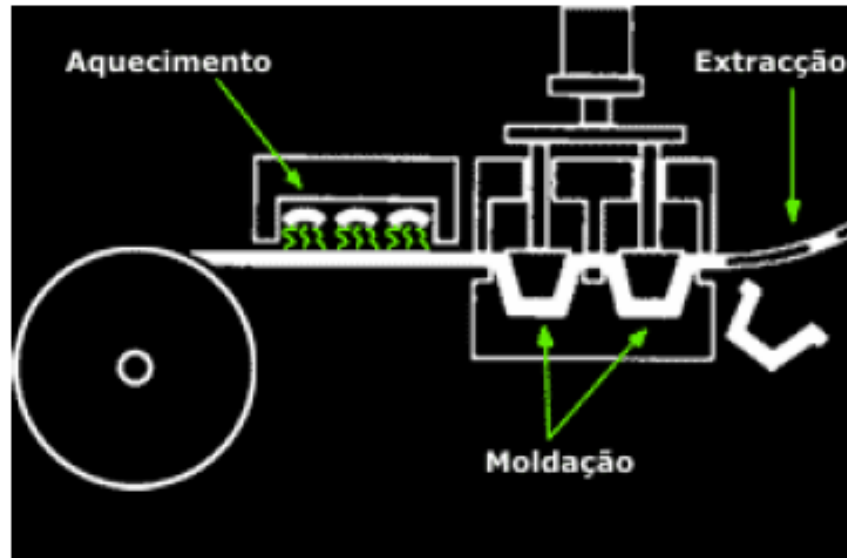


Transformação de polímeros

Termoformação

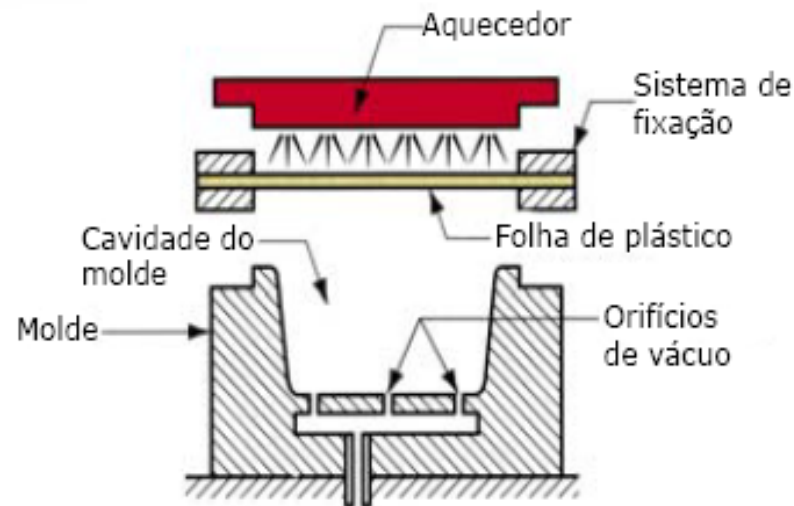


Processamento de plásticos: Moldagem por termoformação



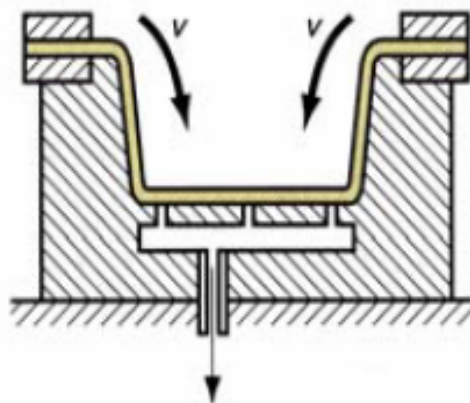


Processamento de plásticos: Moldagem por termoenformação – molde negativo



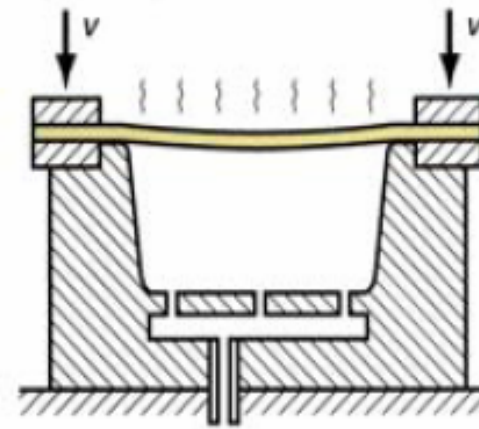
(1)

Uma folha de plástico é amaciada por aquecimento



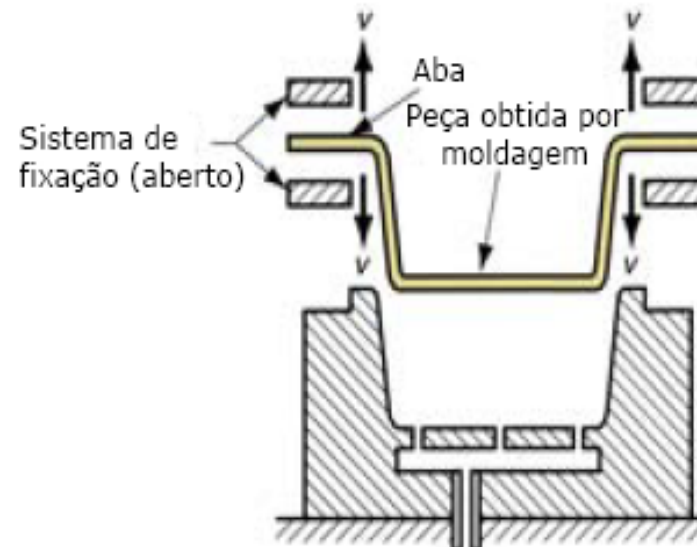
(3)

O sistema de vácuo empurra a folha para a cavidade do molde



(2)

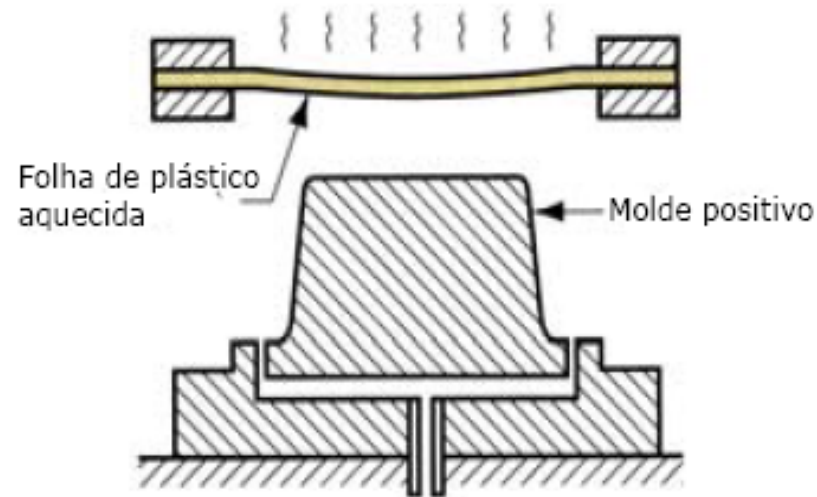
A folha amaciada é colocada sobre uma cavidade do molde côncava



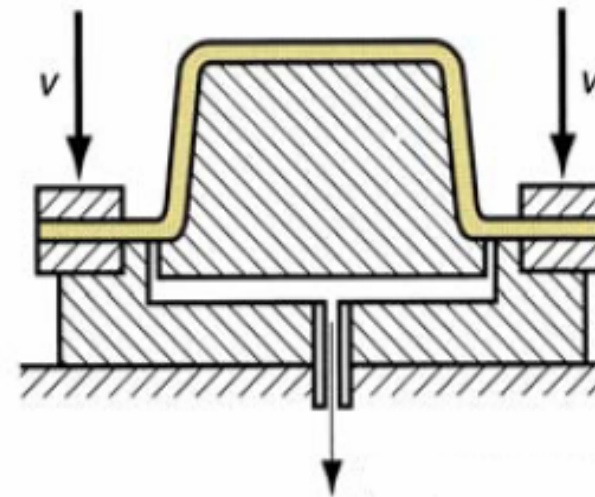
A peça é removida e as abas são cortadas

O plástico endurece em contacto com a superfície fria do molde

Processamento de plásticos: **Moldagem por termoenformação – molde positivo**



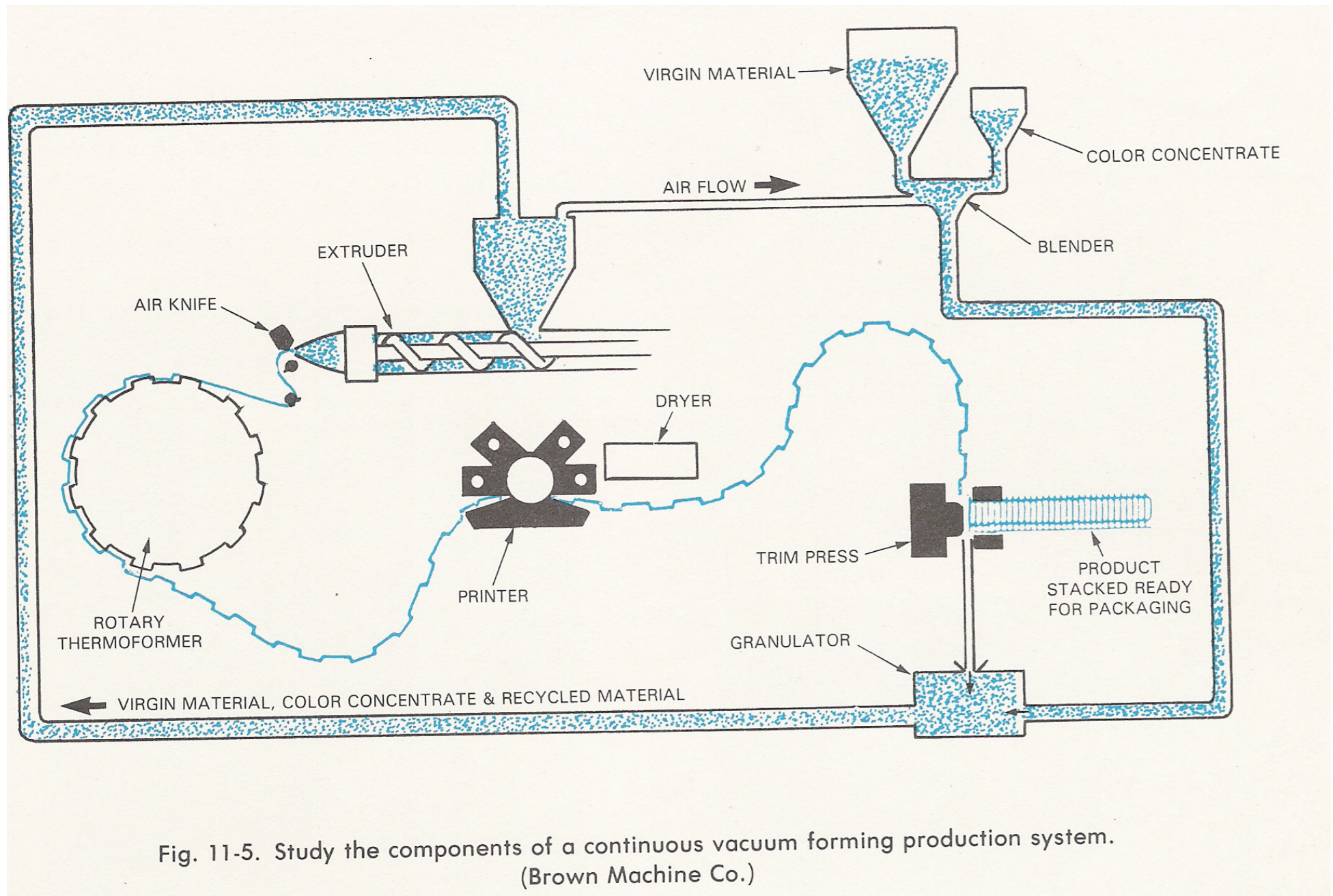
(1) A folha de plástico aquecida é colocada em cima do molde convexo



(2) O sistema de fixação é colocado em posição e a folha de plástico envolve o molde, à medida que se aplica pressão.

Molde negativo vs. Molde positivo

- ✓ Molde negativo – cavidade côncava
- ✓ Molde positivo – cavidade convexa
- ✓ Ambos são utilizados em termoenformação.



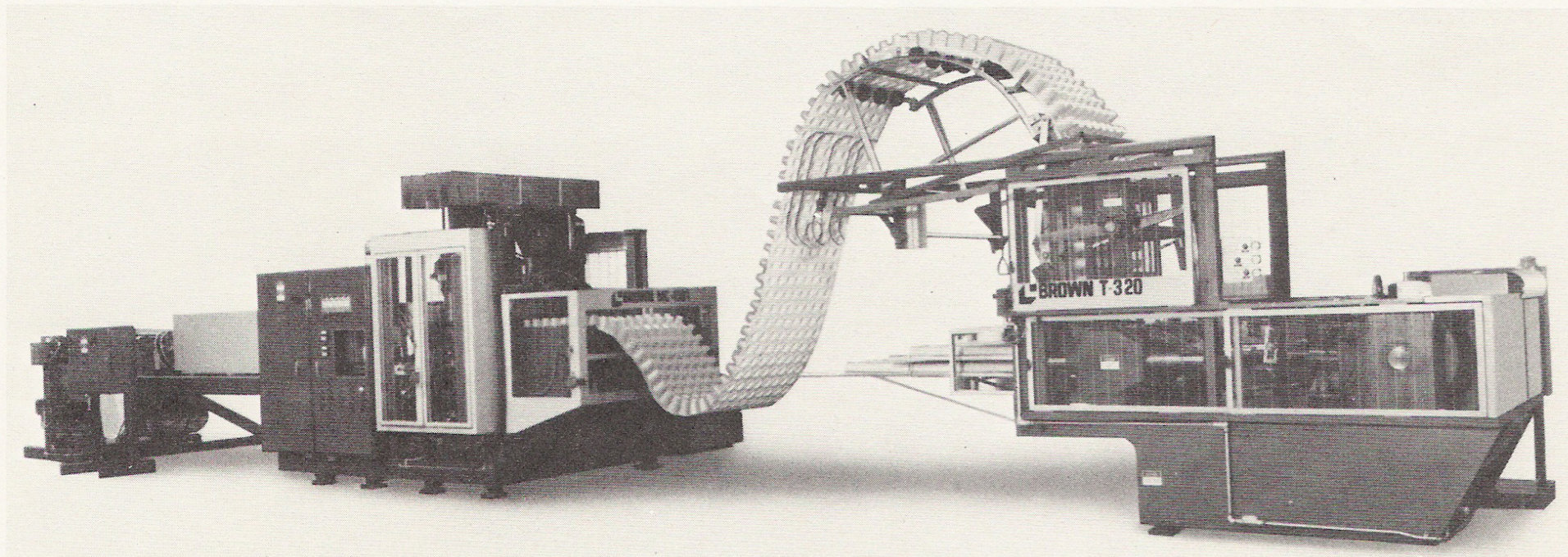


Fig. 11-20. An automatic vacuum former for forming, filling, and sealing containers and blister packages.
(Brown Machinery Co.)



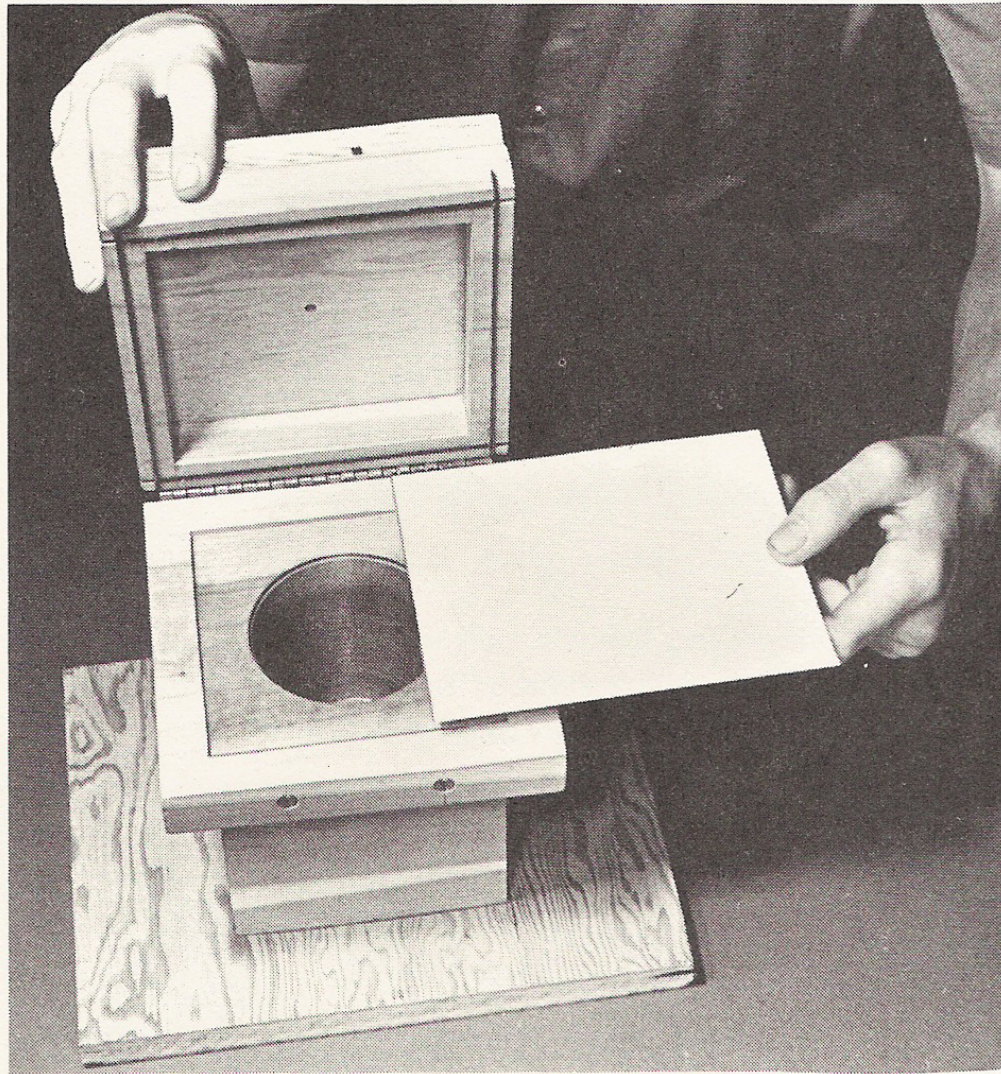


Fig. 11-24. This pressure forming mold has a hinged cover with narrow strips of band saw blade placed along the edge to firmly grip the hot plastic sheet.

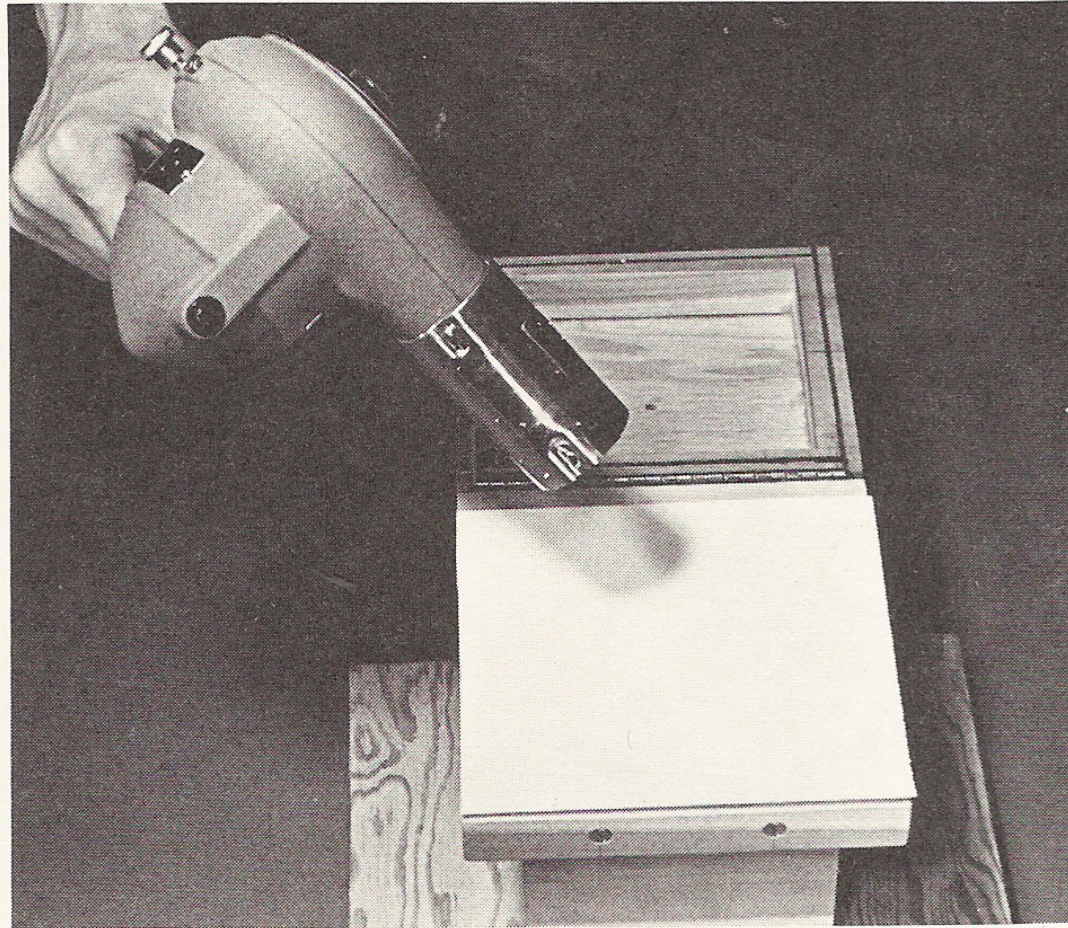


Fig. 11-25. Softening the plastic sheet to forming temperature with a hot air heat gun.

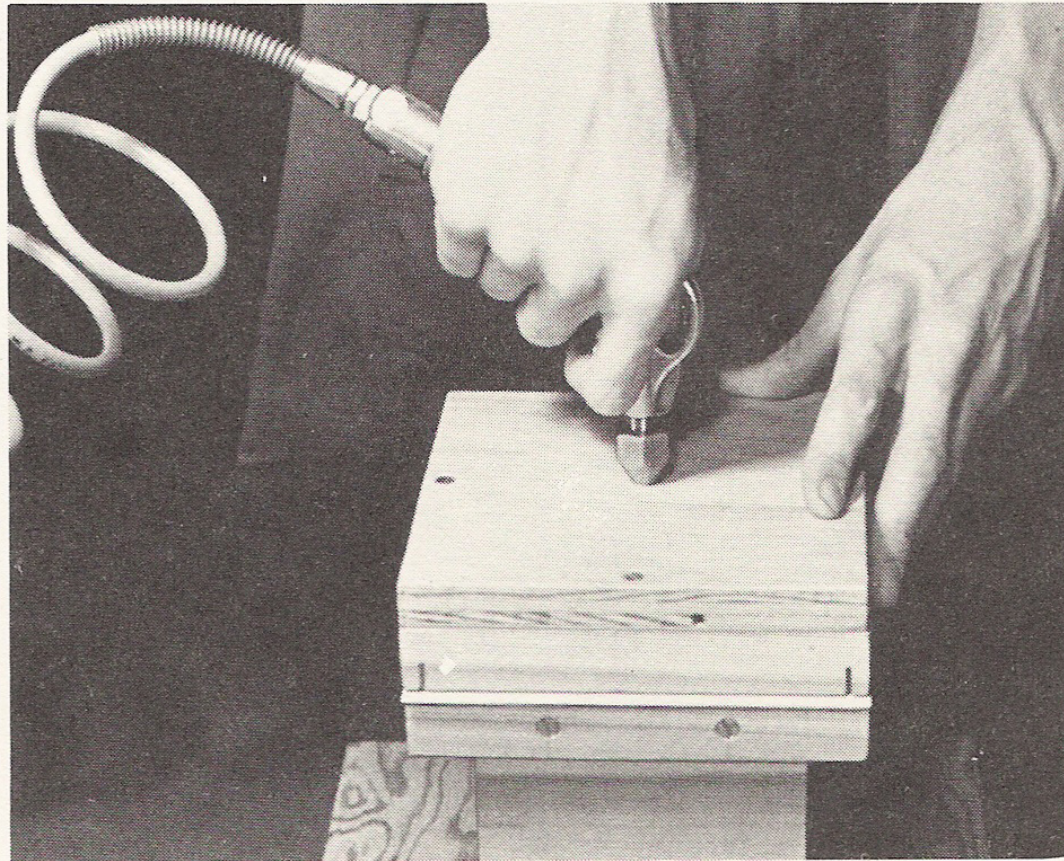


Fig. 11-26. A blast of compressed air forces the soft sheet against the walls of the mold cavity.

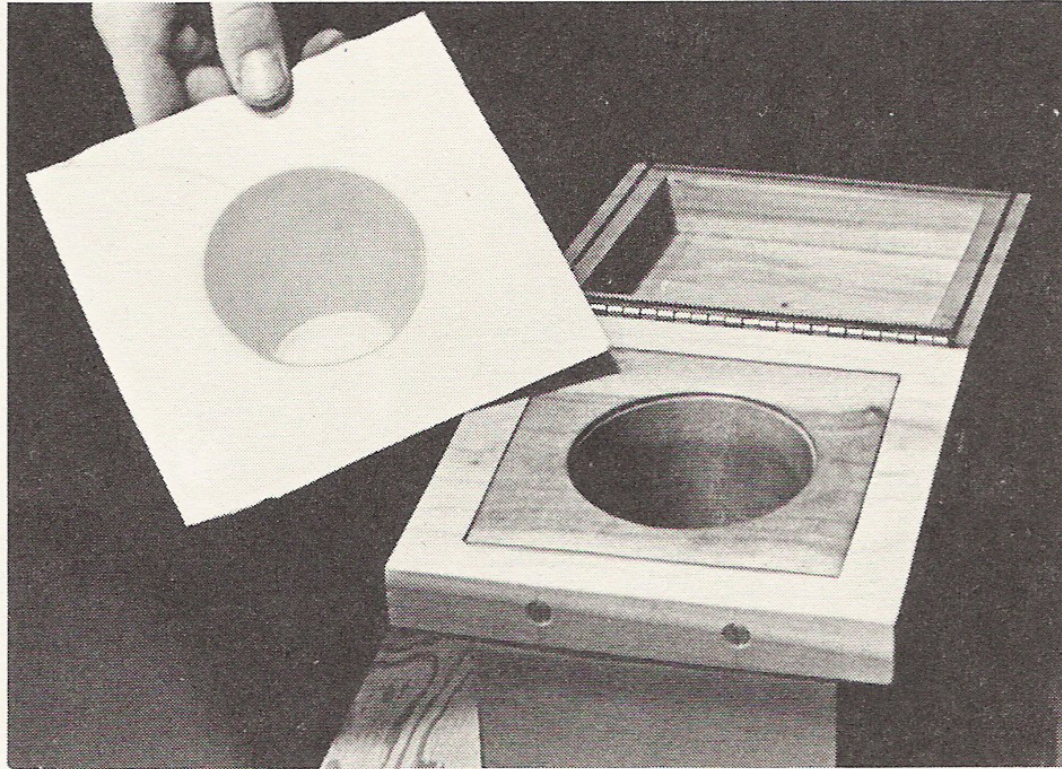


Fig. 11-27. The pressure formed container is removed from the mold and is ready for trimming.

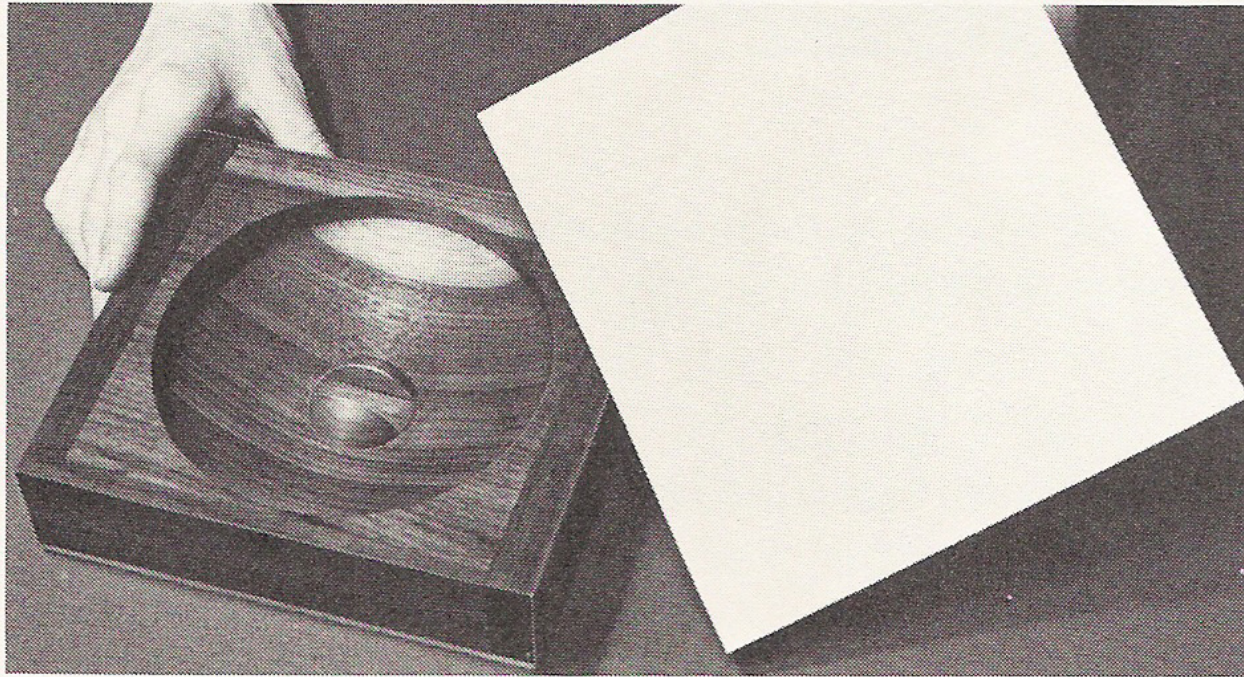


Fig. 11-32. Completed wood mold for the container lid with plastic sheet cut to size ready for forming.

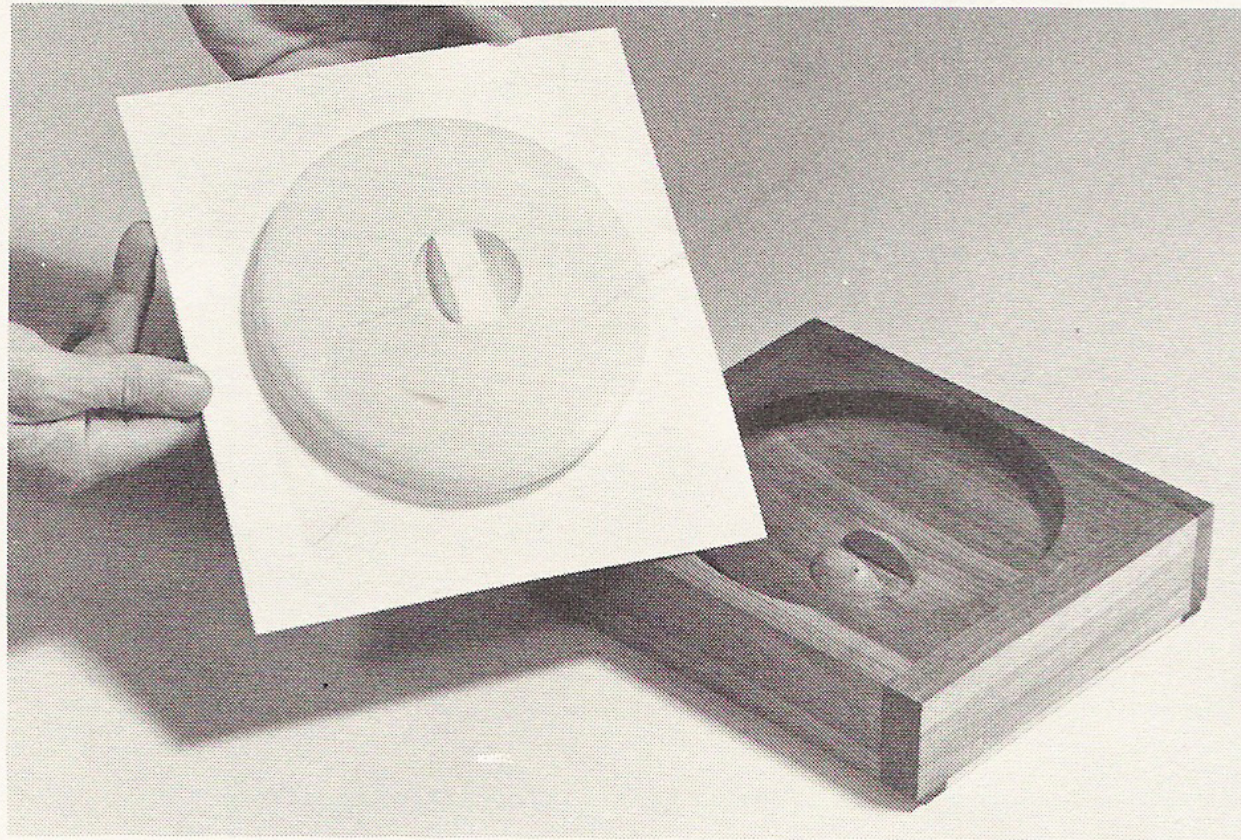


Fig. 11-33. The formed container lid is inspected after removal from the mold.

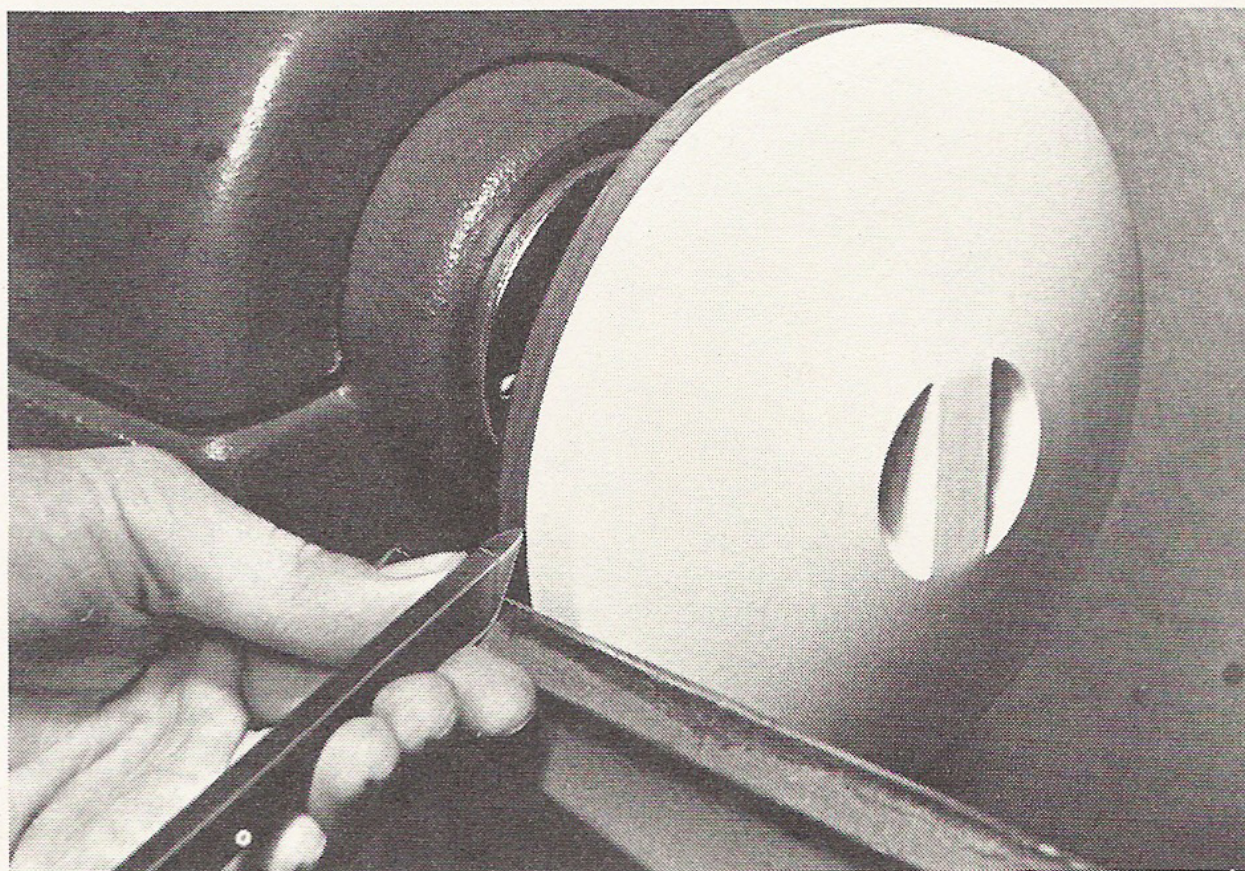


Fig. 11-34. Removing excess material on a trimming fixture in a lathe.

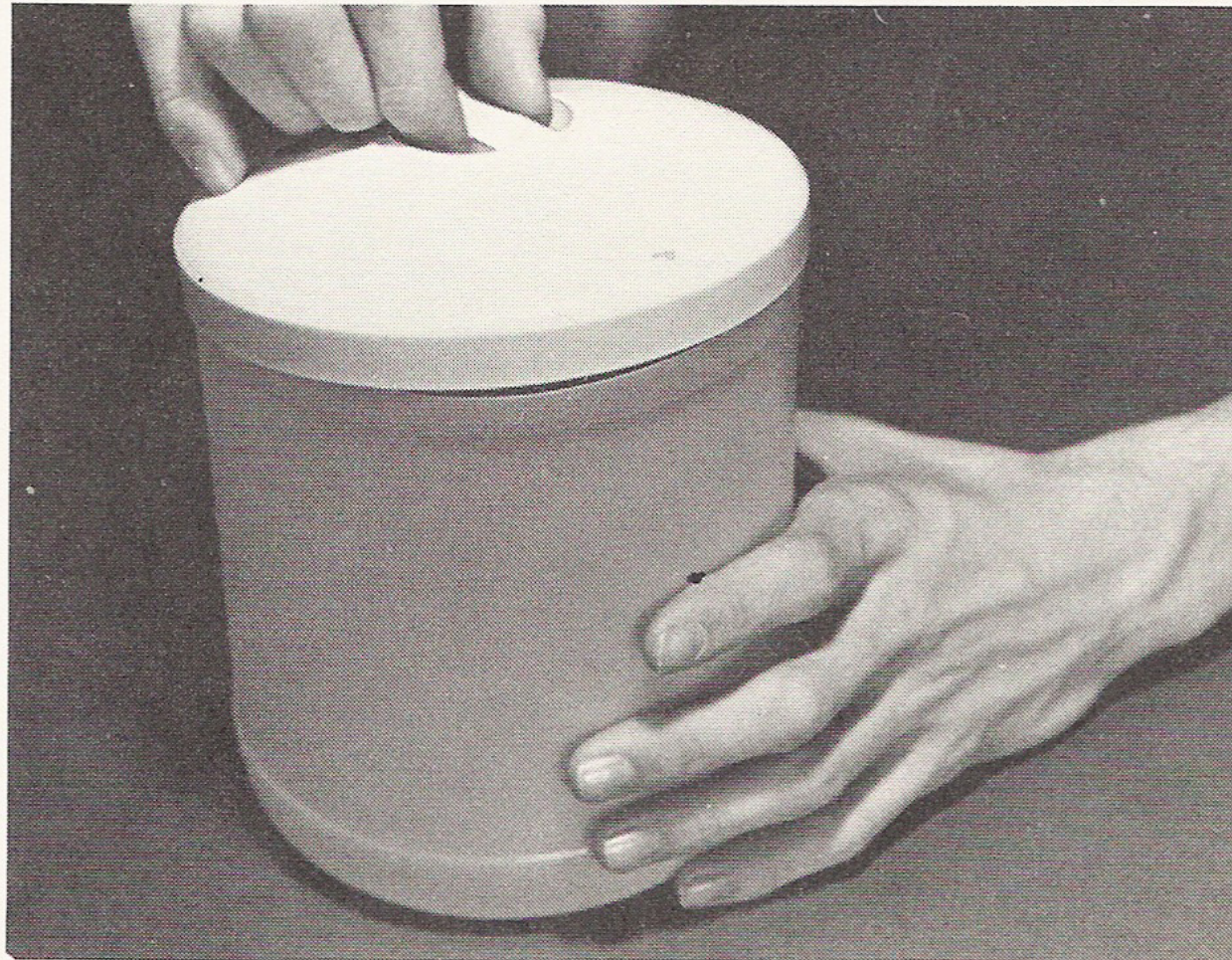


Fig. 11-35. Checking the fit of the vacuum formed container lid.

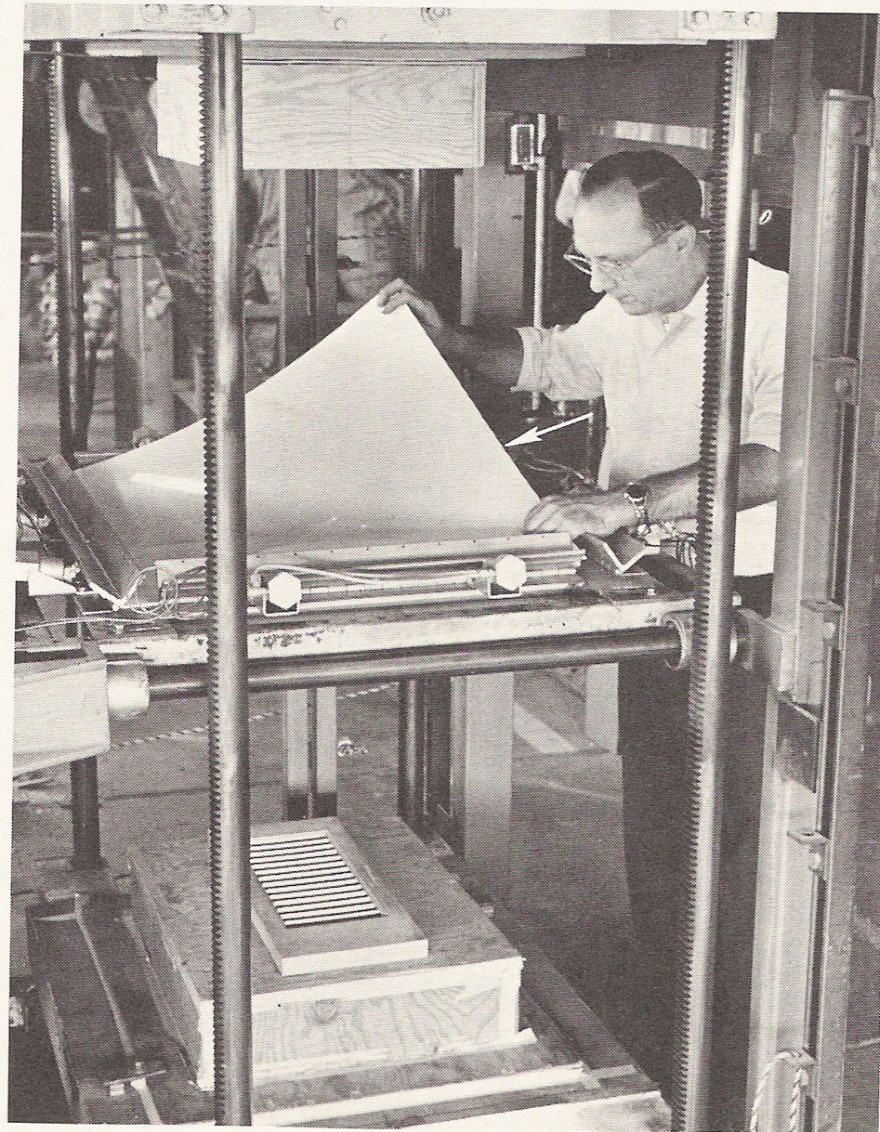


Fig. 11-13. Plastic sheet is located in the clamping frame ready for heating. The lowered male mold is shown at the bottom. (The B.F. Goodrich Co.)

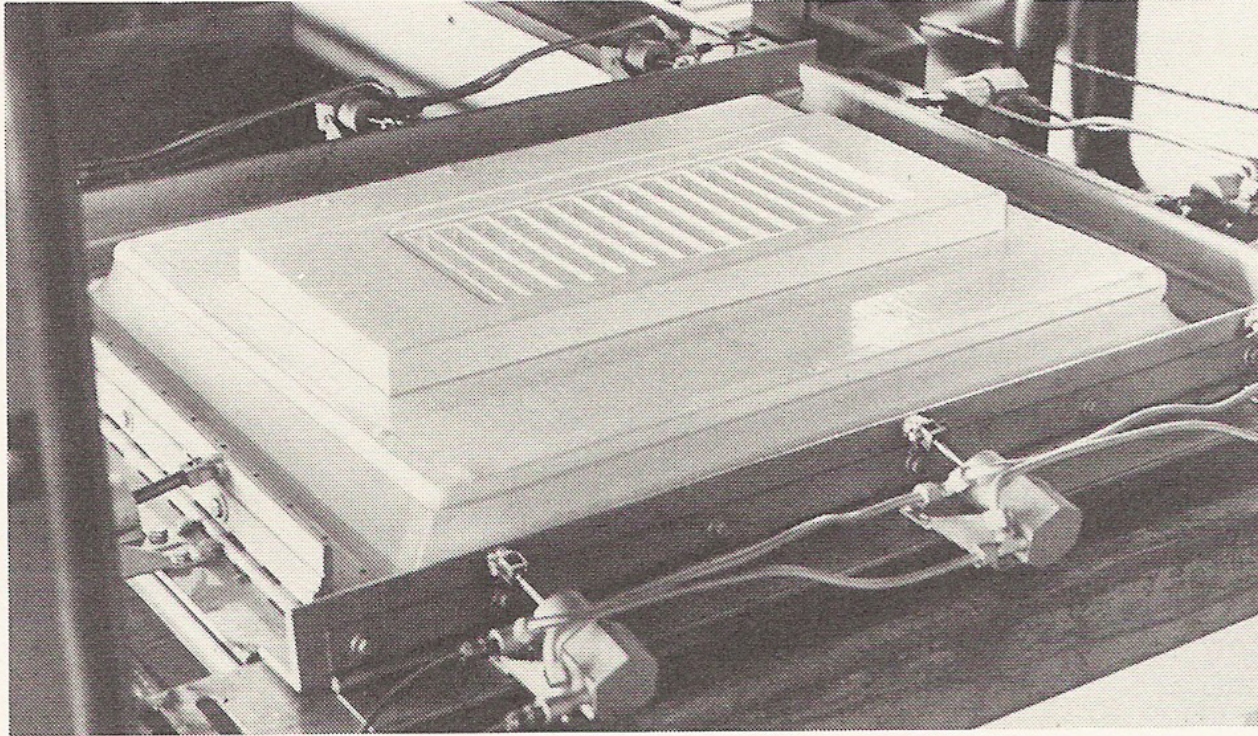


Fig. 11-14. The mold is raised into forming position and the vacuum drawn.

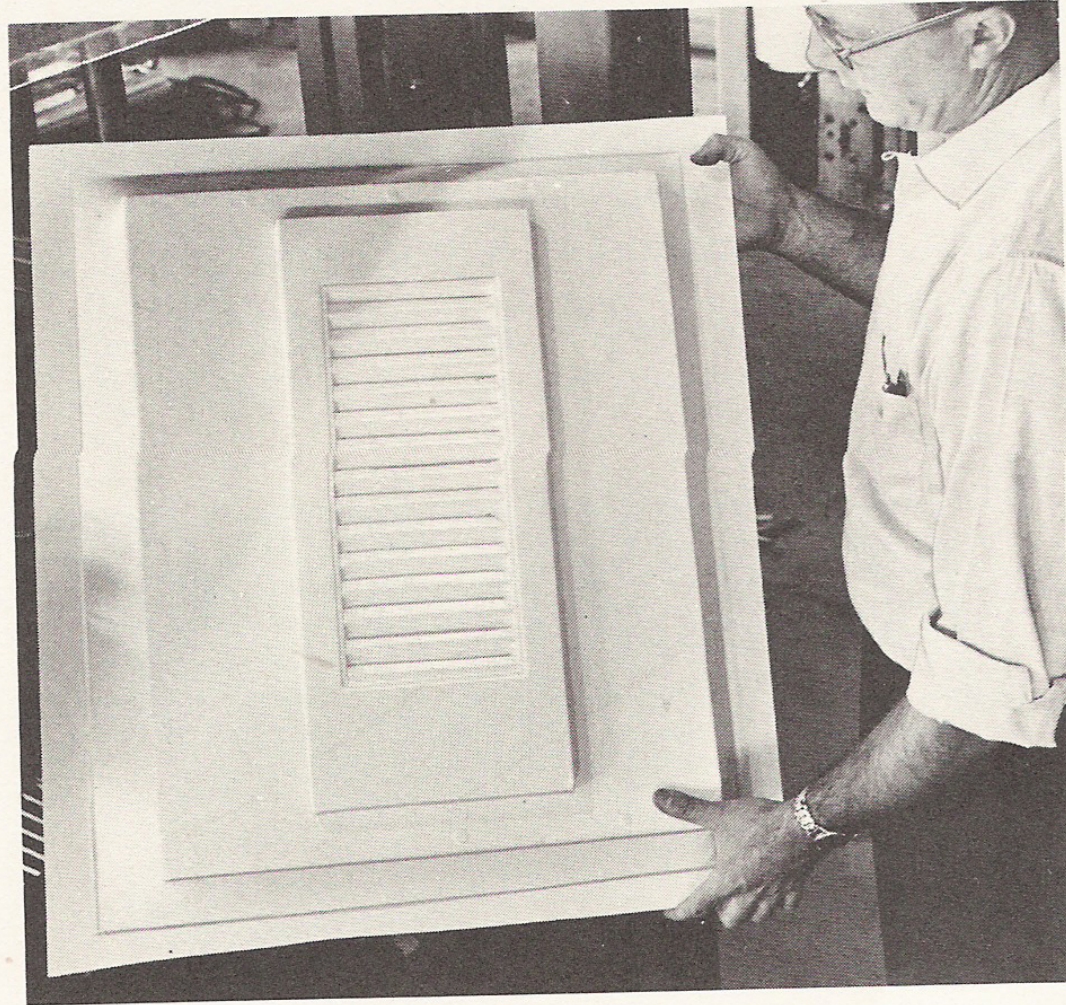


Fig. 11-15. The frame has been unclamped and the formed sheet is being removed from the mold.



Fig. 11-16. After trimming, the completed shutter is ready for any necessary decorating.



Fig. 11-17. A typical trimming setup for vacuum formed objects. Here a slitting saw trims the part which is guided by rollers and held on a trimming fixture. (Cessna Aircraft Co.)

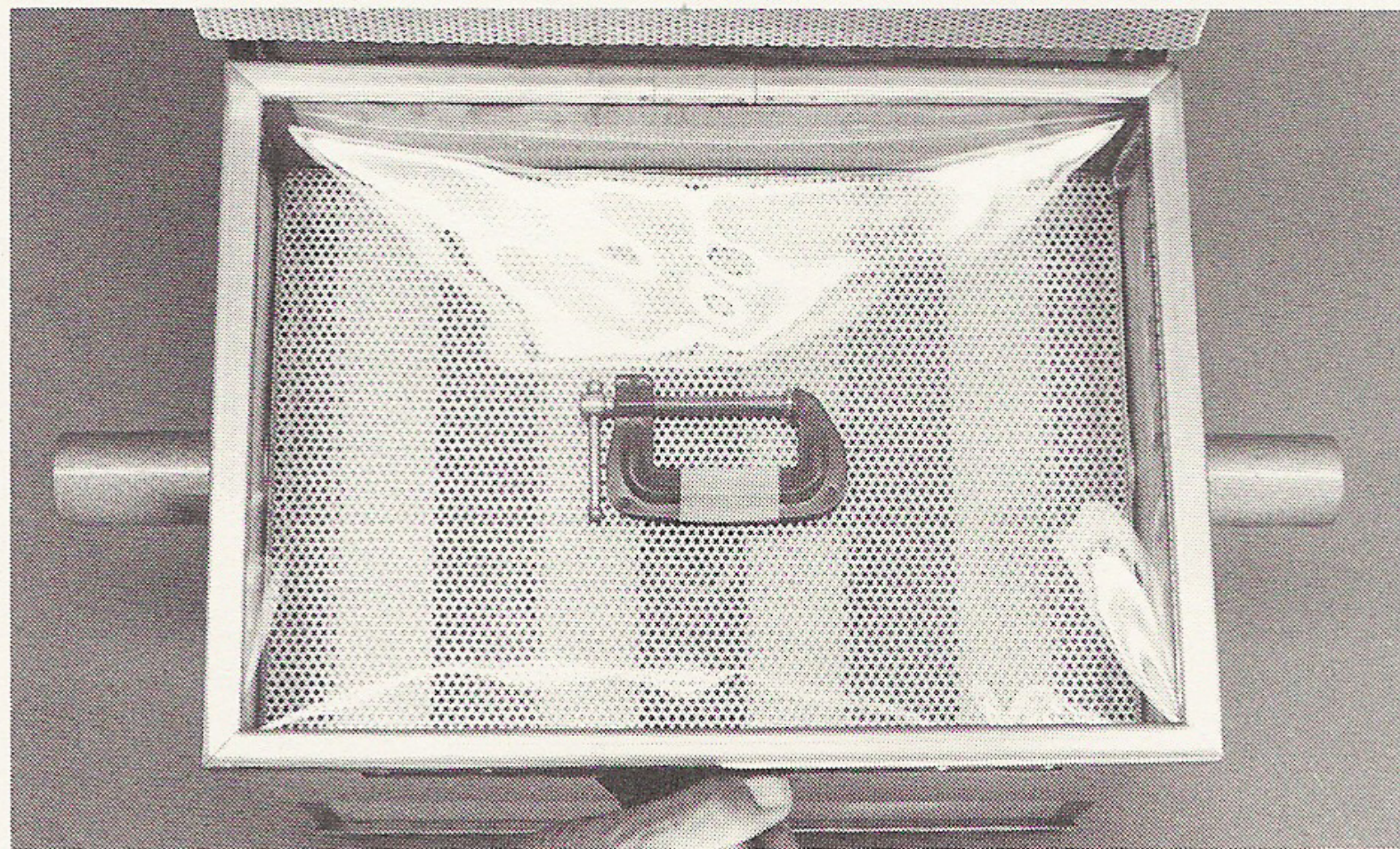


Fig. 11-48. A heated cellulose acetate sheet is ready to be drawn tightly around a C-clamp by the vacuum on this laboratory vacuum former.

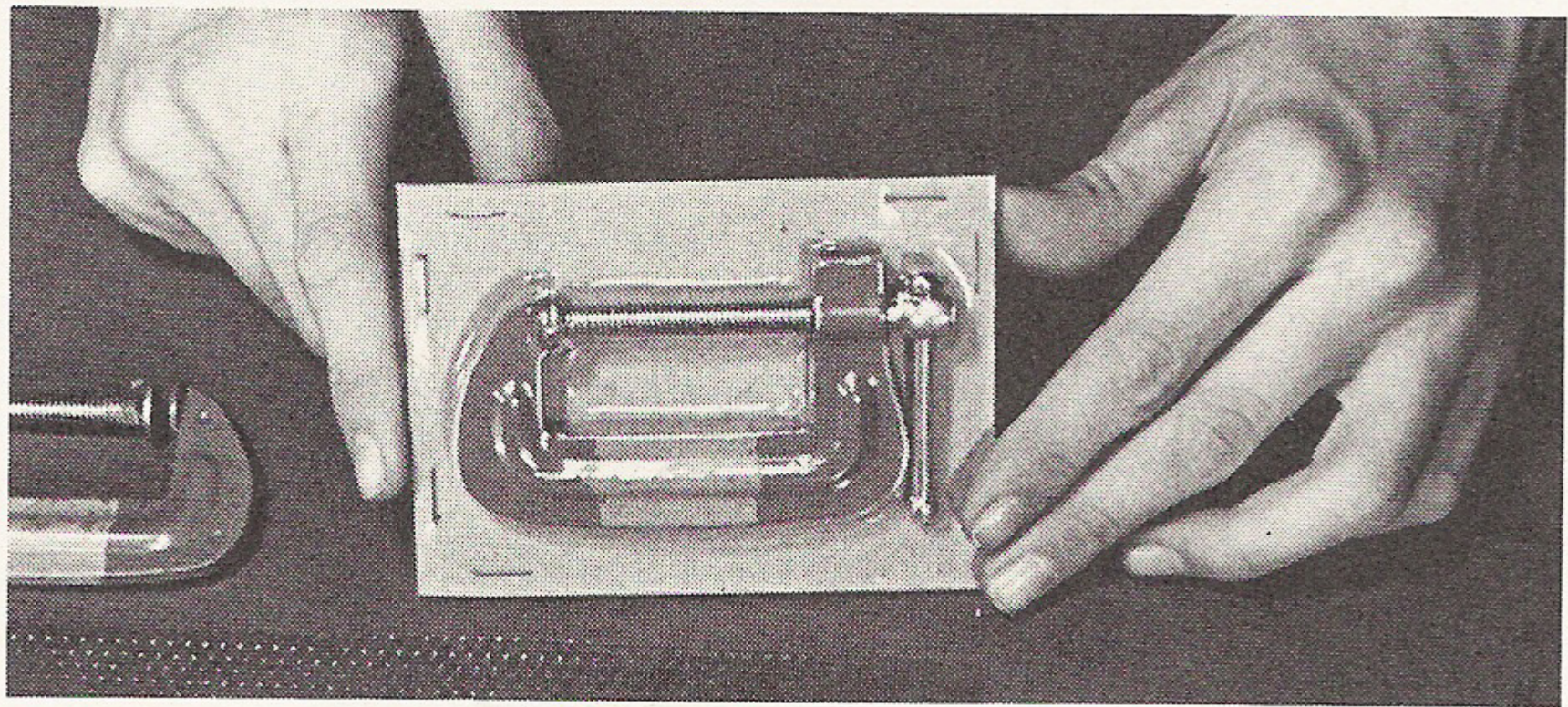


Fig. 11-49. The skin formed sheet is trimmed and fastened to a cardboard backing similar to industrial processes.

Características do processo

- Custo da parte: moderado a elevado
- Custo da ferramenta: baixo
- Taxa de produção: baixa
- Adequado para partes muito grandes
- Partes moldadas sem stress, são estáveis



Fibras e fiação

Sites

- <http://www.nationmaster.com/encyclopedia/Synthetic-fiber>
- <http://www.patentesonline.com.br/patente.pesquisar.do?pesquisa=fios%20sinteticos%20como%20poliester&inicio=40>
- www.afma.org/f-tutor/techpag.htm
- Demonstração: fabricação de membrana por coagulação de solução.

Histórico

Primeiro registro: Robert Hooke sugeriu que deveria ser possível fazer uma fibra que fosse “if not fully as good, nay better” que a seda.

Primeira patente: na Inglaterra, em 1855 para um químico suíço, Audemars. Dissolveu celulose e puxou fios, com agulhas. Não pensou em extrudar o fio através de um furo fino, como faz o bicho-da-seda.

No início dos 1880's, Sir Joseph W. Swan, um químico e eletricista inglês, motivado pelo trabalho de Thomas Edison com a lâmpada incandescente, fez fios extrudando uma solução em um banho coagulante. Fez fibras de carbono usadas em lâmpadas.

A esposa de Swan fez têxteis fazendo crochê com fibras de carbono. Os produtos têxteis foram expostos em Londres em 1885, mas Swan desinteressou-se deles.

Primeira produção comercial: Feita pelo Conde Hilaire de Chardonnet. Em 1889, seus tecidos de “seda artificial” causaram sensação na exposição de Paris.

Dois anos depois, construiu a primeira planta comercial de rayon em Besançon, na França, sendo considerado “o pai da indústria de rayon”.

Uma revolução na Química



- Em 1893, **Arthur D. Little** de Boston inventou o acetato de celulose e desenvolveu filmes desse material.
- Em 1910, Camille e Henry Dreyfus fabricavam filmes para cinema e artigos de uso pessoal, na Suíça
- Durante a 1a. Guerra Mundial, fabricaram “dope” para as asas de aviões e outros produtos.
- Foram convidados pelo governo americano a montarem uma fábrica, em Maryland.
- Os primeiros têxteis comerciais de fibras de acetato foram desenvolvidos pela **Celanese** em 1924.

Histórico

Fibras especiais

Fibras comuns

Rayon (1910) (artificial, não sintética)

Acetato (1924)

Nylon (1939)

Modacrílica (1949)

Olefina (1949)

Acrílica (1950)

Poliéster (1953)

Ácido poliláctico (2002)

Vinyon (1939)

Saran (1941)

Spandex (1959)

Vinalon (1939)

Aramidas (1961) – marcas: Nomex,
Kevlar e Twaron

Modal (1960's)

PBI (Polibenzoimidazol) (1983)

Sulfar (1983)

Lyocell (1992)

Dyneema/Spectra (1979)

M-5 (PIPD)

Orlon

Zylon (PBO)

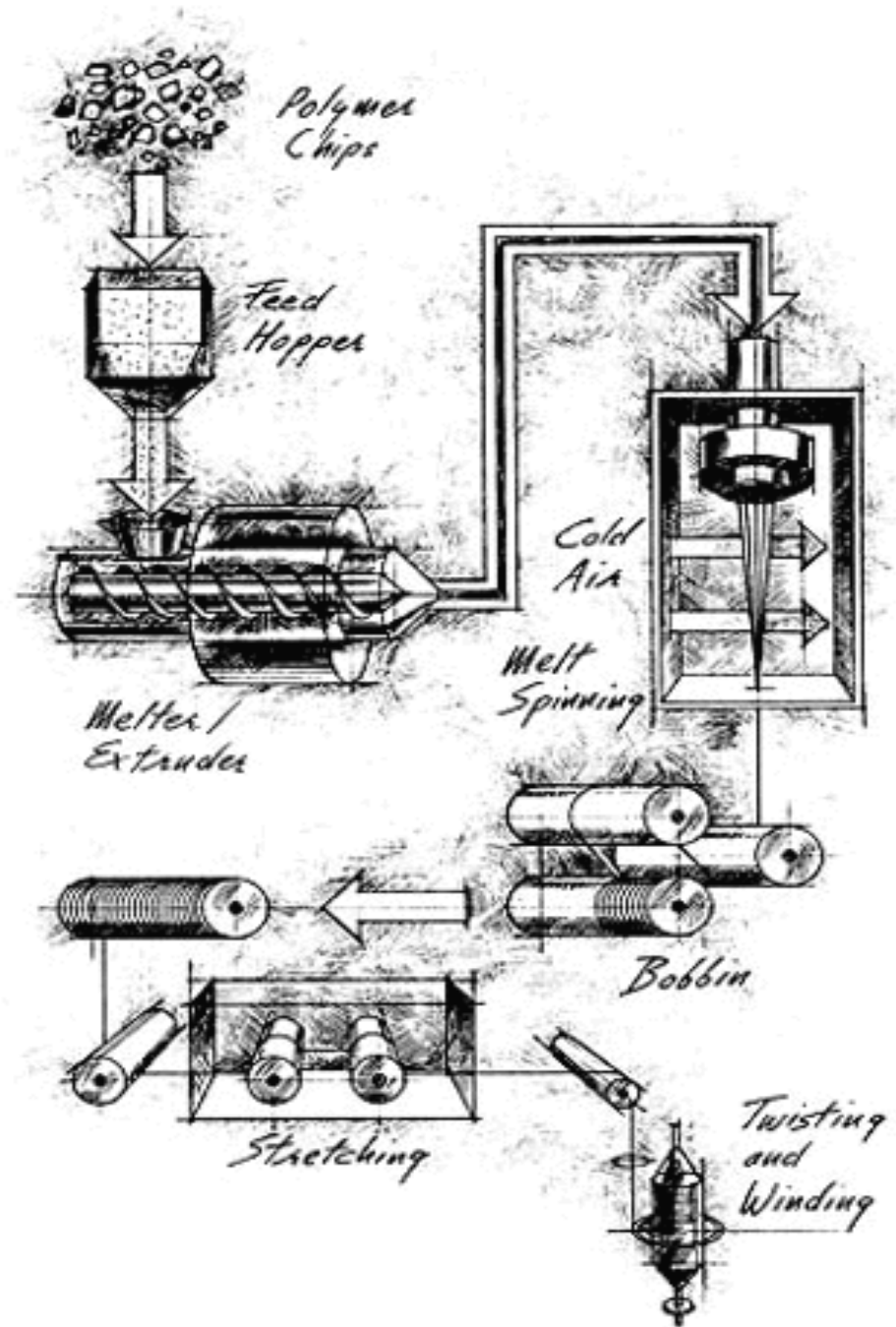
Vectran (TLCP) feita de Vectra,
polímero líquido-cristalino

Aplicações técnicas

Acetato de celulose	Filtros de cigarros, enchimento de travesseiros
Acrílicos	Revestimento de autos, tecidos industriais e geotêxteis, rolos de pintura
Melamina	Assentos de aviões, materiais resistentes à chama, materiais para situações de risco, luvas resistentes ao calor
Nylon	Mangueiras de ar, esteiras, cintos de segurança, paraquedas, fios de raquetes, cordas e redes, sacos de dormir, tendas, cordões de pneus, geotêxteis
Poliolefinas	Filtros, sacos, interiores de automóveis, cabelos de bonecas,
Polibenzimidazol	Roupas para bombeiros e astronautas
Raion	Produtos para uso médico e cirúrgico, cordões de pneus, não-tecidos
Poliéster	Fibras de enchimento, mangueiras de incêndio, cintos e correias de transmissão, cordas, redes, velas, cordões de pneus

Processo

- Alimentação
- Fusão/extrusão
- Fiação
- Resfriamento/
bobinamento
- Estiramento
- Torcedura,
enrolamento em
bobinas ou
carretéis



Melt Spinning Polymer from Chip

Fiação úmida (wet-spinning)

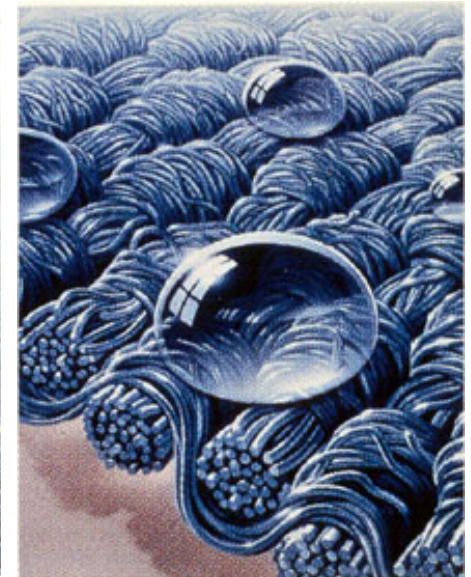
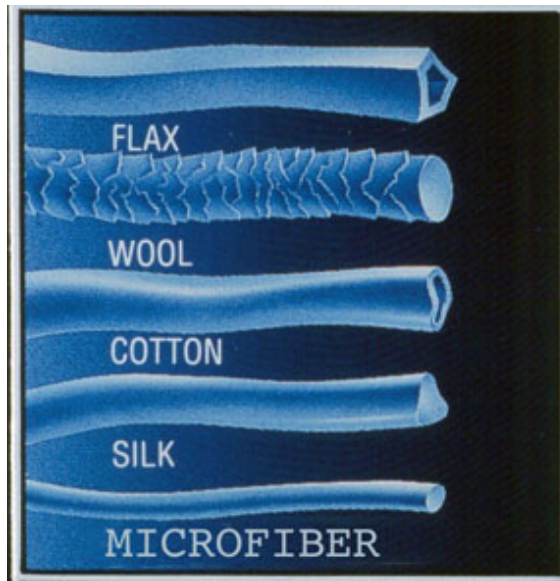
- Processo que existe há mais tempo. Usado para fibras solúveis em algum solvente.
- O dope passa em fieiras imersas em um banho coagulante.
- Os fios que emergem da fieira precipitam da solução e solidificam.



Fibras sintéticas

- Três métodos de fabricação dos fios e fibras
 - Extrusão em fieiras
 - Extrusão de solução (“dope”) em um banho coagulante
 - Pirólise de fibras poliméricas: fibras de carbono

Microfibras



Microfibras são mais finas que a seda, formar tecidos que não são atravessados pelo vento, que permitem a evaporação do suor mas não absorvem água, portanto são impermeáveis.

www.afma.org/f-tutor/techpag.htm

Fibras de carbono

Síntese

Filamentos de carbono parcialmente grafitizado.

Pirólise de poliacrilonitrila (PAN), na forma de filamentos.

PAN aquecida a 300 °C no ar, oxida parcialmente o material.

PAN oxidada é colocada em um forno em atmosfera de gas inerte (Ar, N₂) até 2000 °C, quando o carbono é grafitizado.

São formadas folhas de grafeno que coalescem, formando um único filamento de seção circular. Teor final de C é 93-95%.

Fibras de qualidade inferior utilizam piche or raion, como precursores (em vez do PAN).

As propriedades mecânicas dependem do tratamento feito

Carbono aquecido a 1500-2000 °C (carbonização) mostram a resistência à tração mais alta (820.000 psi ou 5.650 MPa or 5.650 N/mm²).

Fibra de carbono aquecida a 2500 a 3000 °C (grafitização) exibe um alto módulo de elasticidade (77.000.000 psi ou 531 GPa ou 531 kN/mm²).

- Peças podem ser fabricadas de várias maneiras: prepegs, enrolamento de filamentos, tecido, pultrusão.
- Tecidos podem ter vários tipos de aspectos, dependendo da trama.
- Uma resina é aplicada sobre o tecido ou filamento enrolado.



Cauda de helicóptero

Acabamento

- Ensimagem, sizing, finish
- Camada funcional depositada sobre os fios
 - Lubrificação
 - Antiestática
 - Antiaderente
- NOVEL TEXTILE YARN SIZING COMPOSITION
(FR) COMPOSITION D ' ENCOLLAGE DE FILS TEXTILES
Abstract:(EN) The invention concerns • a temporary sizing agent for natural and/or artificial individualized textile fibers, characterized in that it comprises a water-soluble homopolymer or copolymer of at least • one acrylamide monomer having a molecular weight not less than one million, advantageously more than three millions.
- WO/2006/070147 PCT/FR2005/051098
- **EMZ TREK** [BR/BR]; 671, Dr. Ulisses Guimaraes Av., Maua, 09370-805 Sao Paulo (BR) (*All Except US*).
SNF S.A.S. [FR/FR]; 20 Rue de l'Innovation, F-42000 SAINT ETIENNE (FR) (*All Except US*).
FARIA, Milton [BR/BR]; Rua Das Esmeraldas, 618-Apto.41, Bairro Jardins - Santo André, 09090-770 Sao Paulo (BR) (*US Only*).
CORDIER, Charles [FR/FR]; 29 Rue de La Convention, F-42100 Saint Etienne (FR) (*US Only*).
Inventors:**FARIA, Milton**; Rua Das Esmeraldas, 618-Apto.41, Bairro Jardins - Santo André, 09090-770 Sao Paulo (BR).
CORDIER, Charles; 29 Rue de La Convention, F-42100 Saint Etienne (FR).
Designated States:AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

Descarte

- Algumas fibras podem ser reprocessadas
 - Poliéster
 - Poliamidas
 - Poliolefinas
- Outras podem ser re-utilizadas em outras aplicações



Coletores de sementes de mariscos

- Em Bombinhas, SC
- 20 kg de mexilhões por metro de corda
- Matérias-primas:
 - Restos de cordas de polietileno
 - Restos de redes de pesca
 - Garrafas de PET usadas
 - Tambores de plástico usados
- Atualmente, são usados 2 mil hectares, de 30 mil possíveis.

Possibilidades que não sobreviveram

Fibra nitrílica

Produzidas comercialmente nos Estados Unidos nos anos 50 e 60. Não existe produção, atualmente.

Definição do Federal Trade Commission : fibra fabricada com no mínimo 85% de cadeias longas de vinilidene dinitrila, $(\text{CH}_2\text{C}[\text{CN}]_2-)_x$, nas quais a vinilideno dinitrila é a principal unidade das cadeias.

Características e aplicações: macias e resilientes. Não são passadas a ferro. Misturas com lã, suéteres, imitações de peles.

Irradiação

Raios Gama, X, feixe de elétrons

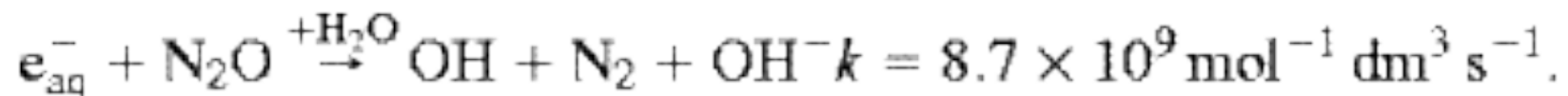
- Partículas de energia muito alta
- Rompem qualquer ligação química
- Geram intermediários reativos
 - Radicais livres
 - Íons
 - Espécies pouco estáveis
- Muitos convenientes para provocarem reticulação de polímeros moldados

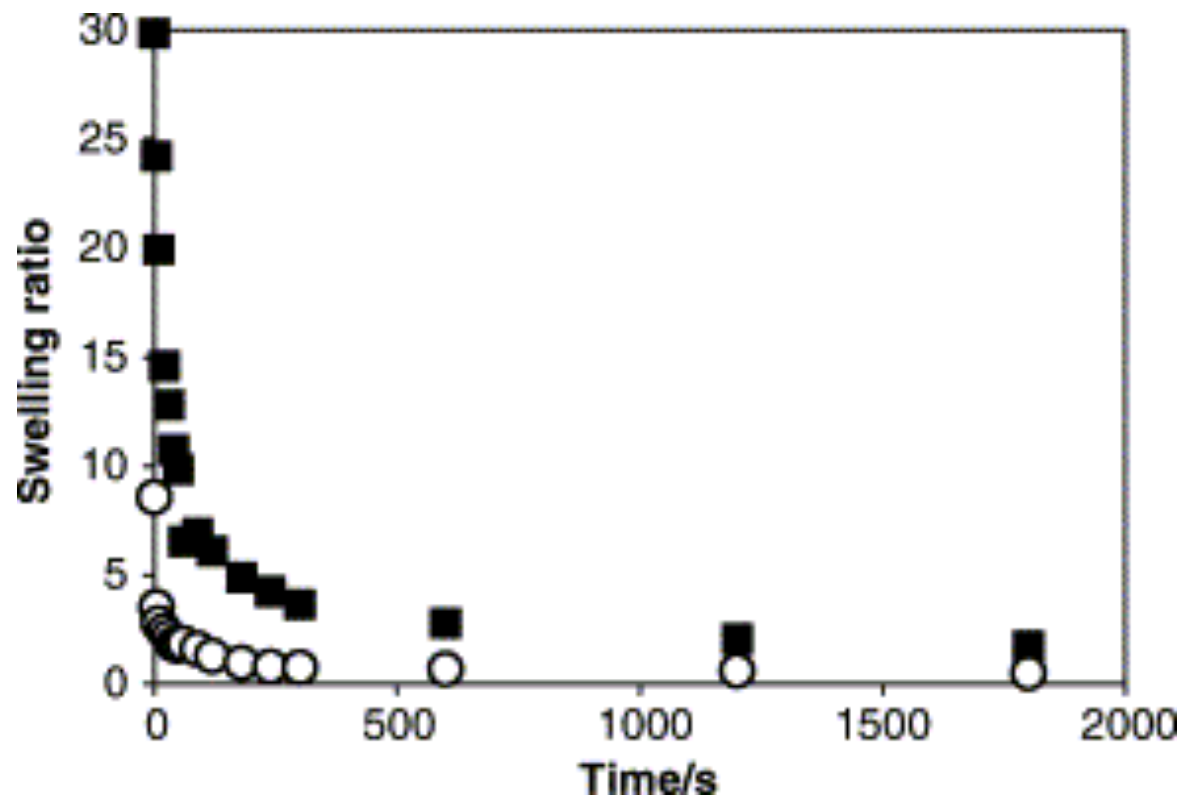
Reticulação de uma poliacrilamida

Electron-beam initiated crosslinking in poly
(*N*-isopropylacrylamide) aqueous solution

Radiation Physics and Chemistry, 69, 2004,
289-293

**Há diferenças nas redes formadas
durante a irradiação de soluções de
monômero e de polímero.**





- Gel obtido irradiando-se polímero (círculos abertos) e monômero perdem água com velocidades diferentes.

Materiais para prótese

- Materiais para prótese: reticulação de polietileno de massa molar ultra alta (UHMWPE) por radiação gama ou feixe de elétrons.
- Aumenta resistência à abrasão em juntas ortopédicas.
- Aumento na dose aumenta a resistência à abrasão mas reduz a resistência à tração.
- Irradiação deve ser feita na ausência de oxigênio que produz peroxiradicaís, que causam lenta oxidação do polímero.
- EP1086709, publ 2004

Exercícios

1. Como se pode dissolver celulose e usar a solução para materiais úteis?
2. Sulfeto de carbono e tartarato de cuproamônio foram duas substâncias usadas para produzir celulose regenerada. Como funcionavam e porque foram abandonados?
3. Escreva reações químicas que causam a reticulação de polietileno, iniciada por um feixe de elétrons.
4. Leia uma patente sobre ensimagem (finish) e identifique as substâncias usadas na sua fabricação.
5. É frequente estirar fios poliméricos a frio, logo após a fiação. Qual é a vantagem de se fazer isso? Esse procedimento pode ser útil em metais?