INFORMATIVO TÉCNICO

Acrílico Extrudado

Fone: (11) 4361-1080 - Home Page **www.berkel.com.br** - Email: comercial@berkel.com.br

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

PROPRIEDADES FÍSICAS

DAS CHAPAS

A chapa Extrudada é uma chapa acrílica produzida por um processo inovador, com características ópticas elevadas e baixos níveis do estresse só encontrado em chapas cell cast. As chapas incolores têm garantia de 10 anos na transmissão de luz proporcionando, assim, a certeza de que você está adquirindo um produto de qualidade.

A claridade e a estabilidade da luz da resina acrílica, torna possível fabricar a chapa Extrudada cristal, branco e cores.

Características

A chapa Extrudada é um termoplástico de peso leve, rígido e resistente a intempéries. A chapa Extrudada é dimensionalmente estável e resistente à quebra e pode ser facilmente serrada, maquinada, termo modelada e colada.

Devido a sua claridade virtualmente livre de distorção, ela é adequada para uso em uma variedade de aplicações:

- Claraboias
- Sinalizadores
- Envidraçamento de janelas
- Molduras de janelas
- Molduras de quadros
- Mostradores de lojas
- Mostradores ópticos
- Displays
- Luminosos

Disponibilidade

A chapa Extrudada é disponibilizada nas espessuras de 2,0 mm a 24 mm e em vários tamanhos. Também são disponibilizados tamanhos sob encomenda. Todas as chapas são protegidas por um filme de proteção em polietileno ou papel.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Segurança

A chapa Extrudada é mais resistente a impacto do que o vidro. Se for testada a impacto dentro do limite de sua resistência, ela não estilhaça em pequenos pedaços, mas se quebra em pedaços comparativamente grandes. A chapa Extrudada preenche os requerimentos da ANSI Z 97.1 para uso como envidraçamento Seguro em Edifícios com espessuras de 2,0 mm a 12,0 mm.

Resistência a Intempéries

A chapa Extrudada suportará a exposição ao sol ardente, frio extremo, mudanças súbitas de temperatura, spray de água salgada, etc. Ela não se deteriorará após muitos anos de utilização, por causa da estabilidade inerente das resinas acrílicas. A chapa Extrudada tem sido amplamente aceita para uso em edifícios escolares, plantas industrias e indústria de sinalização.

Estabilidade Dimensional

A chapa Extrudada se expandirá e contrairá devido às mudanças na temperatura e umidade; ela não se retrairá com o passar do tempo. Ocorre pouca contração quando a chapa é aquecida à temperatura de moldagem, mas a estabilidade pós-moldagem é excelente.

Peso leve

A chapa Extrudada possui metade do peso do vidro e 43% do peso do alumínio**.**

Rigidez

A chapa Extrudada não é rígida como o vidro ou os metais. Porém, ela é mais rígida que muitos outros plásticos, como os acetatos, policarbonatos ou vinis.

Para instalações de envidraçamento, devem ser consideradas a carga de vento máxima e o tamanho da janela, onde a espessura do painel deve ser determinada.

Se a chapa Extrudada é moldada em formatos de arredondado ou e corrugados, a rigidez será aumentada e a deflexão minimizada.

Resistência e Estresses

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Embora a resistência à tração da chapa Extrudada seja de 10.000 psi (69 Mpa) á temperatura ambiente (ASTM D 638), pode ocorre trinca causadas por estresse devido a cargas continuas abaixo deste valor. Para aplicações de envidraçamento, as cargas do projeto continuamente impostas não devem exceder 750 psi (5.2 Mpa) a 23ºC. Cargas temporárias de até 1.500 psi (10.4 Mpa) podem ser impostas por curtos períodos de tempo a 23ºC.

Devem ser evitados os estresses localizados, concentrados. Por esta razão, e devido à expansão e contração térmica, as chapas grandes nunca devem ser presas com parafusos, e sim instaladas em molduras.

Todos os materiais termoplásticos, incluindo a chapa Extrudada, perderão gradualmente a resistência à tração à medida que a temperatura se aproxima do máximo recomendado para serviço contínuo – 71ºC.

Expansão e Contração

Assim como a maioria dos outros plásticos, a chapa Extrudada se expandirá e contrairá de 3 a 8 vezes. O projetista deve estar ciente de seu coeficiente de expansão e fazer as provisões apropriadas. Um painel de 1,22m se expandirá e contrairá aproximadamente 0,51 mm para cada mudança de grau Fahrenheit na temperatura. No uso externo, com as temperaturas do verão e inverno diferindo em aproximadamente 38ºC, uma chapa de 1,22m se expandirá e contrairá aproximadamente 4,75 mm. Os encaixes das vidraças devem ter folga e apoio suficiente para permitir a expansão, bem como a contração.

A chapa Extrudada pode absorver água quando exposta a umidade relativamente elevada, resultando em expansão da chapa. Em umidades relativas de 100%, 80% e 60%, as mudanças dimensionais são de 0.6%, 0.3% e 0.2%, respectivamente.

Resistência ao Calor

A chapa Extrudada pode ser usada a temperaturas de -34ºC até +88ºC, dependendo da aplicação. É recomendado que as temperaturas não excedam 71ºC para serviço contínuo ou 88ºC para uso intermitente e curto. Os componentes feitos da chapa Extrudada não devem ser expostos a fontes de calor elevado, tais como lâmpadas incandescentes de alta voltagem, a menos que o produto acabado seja ventilado para permitir a dissipação do calor.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Transmissão de Luz

A chapa Extrudada transparente, tem uma transmissão de luz de 92%. Ela tem garantia de não perder mais de 3% de sua transmissibilidade de luz em um período de 10 anos. A garantia completa do fabricante está disponível. Contate-nos para detalhes.

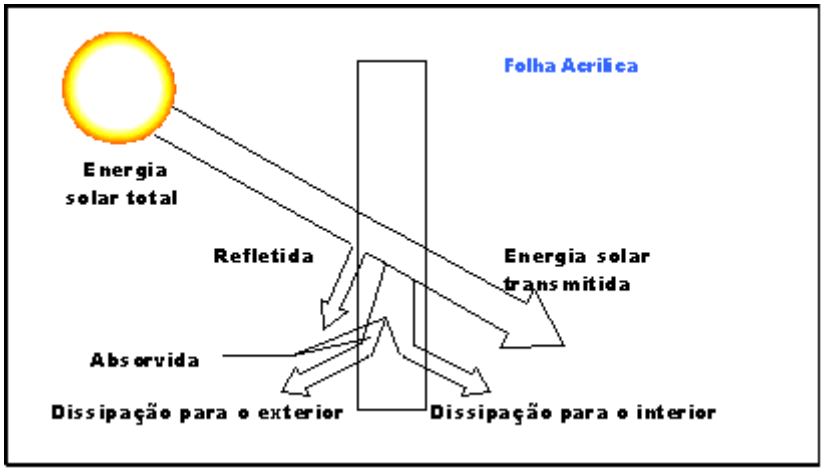
A chapa Extrudada é formulada com absorvedores ultravioletas projetados para ajudar a proteger as pinturas, fotografias e pôsteres dos efeitos danosos da luz ultravioleta. A chapa Extrudada absorve mais de 98% da radiação na série ultravioleta abaixo de 400 nanômetros.

Controle da Energia Solar

A chapa Extrudada colorida pode ser usada para reduzir a claridade e a transmissão de energia solar. As chapas coloridas são disponibilizadas em amplas gamas de cores.

Esta série de valores de transmissão permite ao arquiteto selecionar uma cor que forneça claridade diurna adequada, enquanto controla, ao mesmo tempo, a claridade e a formação do calor solar.

Distribuição da Energia Solar



Resistência Química

A chapa Extrudada tem excelente resistência a muitos produtos químicos, incluindo:

- Soluções de álcalis inorgânicos, tais como a amônia;
- Ácidos diluídos, tais como o ácido sulfúrico, até uma concentração de 30%;

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

- Hidrocarbonetos alifáticos, tais como o hexano e a nafta VM&P.

A chapa Extrudada não é agredida pela maioria dos alimentos e os alimentos não são afetados por ela.

Ela é agredida, em graus variáveis, por:

- Solventes aromáticos, tais como o benzeno e o tolueno;
- Hidrocarbonetos clorados, como o cloreto de metileno e o tetracloreto de carbono;
- Álcoois etílico e metanol;
- Alguns ácidos orgânicos, como o ácido acético;
- Thinners de laca, ésteres, cetonas e éteres.

Moldagem

A chapa Extrudada irá amolecer quando a temperatura for aumentada acima de 91ºC. À medida que a temperatura é aumentada, a chapa passa do estado termo elástico para o estado termoplástico. A mudança é gradual. A série de temperatura de moldagem está entre 143ºC e 160ºC. Devido à chapa tornar-se gradualmente termoplástica, certos procedimentos devem ser considerados durante a termoformagem. Se a chapa for pendurada em um forno, é necessário usar fixação contínua, ao invés de vários prendedores individuais. Se a chapa for aquecida em aquecedores de infravermelho enquanto estiver presa em uma estrutura horizontal, pode ser necessário controlar os aquecedores acima do centro da chapa. Isto prevenirá que o centro se torne muito aquecido e envergue-se sob seu próprio peso.

A chapa exibirá muito pouca “memória” após a modelagem e provavelmente não retornará à sua posição plana inicial se reaquecida.

A chapa Extrudada encolherá na direção de seu sistema de fabricação quando aquecida sem uma estrutura. As espessuras de chapa de 3,00 mm ou maiores não encolherá mais que 3%. As espessuras mais finas podem encolher mais.

Corte e Trabalho com Máquina

A chapa Extrudada pode ser serrada com serras circulares ou serras de fita. Ela pode ser furada, entalhada, limada e trabalhada com máquina assim como a madeira ou o latão,

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

com leves modificações nas ferramentas. Devido à chapa amolecer rapidamente, é necessário manter a ferramenta de corte e a borda da chapa trabalhada tão fria quanto possível. É recomendado a refrigeração da ferramenta de corte. A perfeita afiação das ferramentas é essencial para evitar formação de calor e estresse na peça. Subsequentemente, a formação de calor na borda trabalhada pode levar a trinca por estresse e, portanto, deve ser evitada.

Corte a Laser

A tecnologia de laser está sendo rapidamente aceita pela indústria para o corte rápido e preciso, soldagem, furação e gravação de plásticos.

Os lasers de CO2 concentram uma grande quantidade de energia de luz sobre uma área muito pequena, que é extremamente efetiva para o corte de formatos complexos na chapa acrílica. O feixe de luz do laser produz um corte estreito no plástico. Os lasers de CO2 vaporizam o acrílico à medida que eles avançam, resultando em uma borda clara e polida, mas com níveis elevados de estresse. É recomendado o recozimento da chapa acrílica após o corte a laser, a fim de minimizar a possibilidade de trincas durante a vida útil da peça.

Colagem

A chapa Extrudada pode ser colada usando colas de solventes comuns ou colas polimerizáveis. O fator mais crítico é uma boa preparação da borda da peça a ser colada. A borda da chapa deve ser adequadamente trabalhada à máquina, a fim de se obter uma superfície plana, quadrada, sem estresse. É recomendado o recozimento da peça antes da colagem. As colas e os gases gerados não devem entrar em contato com as superfícies modeladas ou polidas.

Recozimento

A chapa Extrudada pode ser recozida a 82ºC com os tempos de aquecimento e resfriamento determinados pela espessura da chapa. Uma diretriz aproximada é o tempo de recozimento (em horas) se iguala à espessura da chapa (em milímetros) e o período de resfriamento é de 2 horas (no mínimo), terminando quando a temperatura da chapa cair abaixo de 60°C. Por exemplo, a chapa Extrudada de 3 mm deve ser

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

aquecida por 3 h a 82ºC e resfriada lentamente por 3 h.

Inflamabilidade

A chapa Extrudada é um termoplástico combustível. Devem ser tomadas precauções para proteger este material das chamas e das fontes de calor. A chapa Extrudada geralmente queima rápida e totalmente, se o fogo não for extinto. Os produtos de extinção, se houver presença de ar suficiente, são o dióxido de carbono (CO2) e a água. Porém, em muitos incêndios, não há presença suficiente de ar e pode ser formado monóxido de carbono tóxico, como ocorre quando outros materiais combustíveis comuns são queimados. Recomendamos um bom julgamento no uso deste material versátil e sugerimos que os códigos de edificação sejam cuidadosamente obedecidos, para assegurar seu uso apropriado.

Condutividade Térmica

Os dados de teste de combustibilidade da chapa Extrudada são a temperatura de autoignição (ASTM D-1929) é de 455ºC; a densidade de fumaça medida pela ATSM D-2843 é de 6,4% e a frequência de combustão medida pela ASTM D-636 é de 25 mm/min para uma chapa com espessura de 3 mm. Enquanto estes dados são baseados em testes laboratoriais de pequena escala frequentemente citados em vários códigos de edificação, estes testes não duplicam as condições reais de fogo.

A condutividade térmica de um material sua capacidade de conduzir calor é chamada de fator k. O fator k é uma propriedade inerente do material e é independente de sua espessura e do que o está rodeando.

O fator k da chapa Extrudada é:

$$\frac{\text{1.3 B.T.U.}}{\text{(Hora) (pés}^2\text{) (}^\circ\text{F/pol.)}} \text{ Ou } \frac{\text{0.19 W}}{\text{m.K}}$$

Enquanto o fator k é uma propriedade física do material, o fator U ou coeficiente global de transferência de calor é o valor usado para calcular a perda ou ganho total de calor através de uma janela.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

O fator U é a quantidade de calor por unidade de tempo e área que passará através da espessura e configuração específicas do material por grau de diferença de temperatura em cada um dos dois lados.

Este valor leva em conta a espessura da chapa, se a chapa está na posição horizontal ou vertical, bem como a velocidade do vento.

Os fatores U são baseados em condições especificas (por exemplo, instalações com envidraçamento único ou duplo) e são diferentes para o verão e inverno.

Abaixo se encontram listados os fatores U para várias espessuras da chapa Extrudada para instalações com envidraçamento único, instalações verticais, com base nas condições de projeto para verão e inverno do padrão da Sociedade Americana de Engenharia de Aquecimento, Refrigeração e Ar-Condicionado:

Fatores U – BTU/hora pé². ºF (w/m² . K)

Espessura da chapa ACRYLITE® FF	**Condições no verão**	**Condições no inverno**
.118 “(3,0 mm)	0.98 (5.56)	1.06 (6.02)
.177 “(4,5 mm)	0.94 (5.34)	1.02 (5.79)
.236 “(6,0 mm)	0.90 (5.11)	0.97 (5.51)
.375 “(9,5 mm)	(0.83 (4.71)	0.89 (5.05)

A perda ou ganho total de calor através de uma janela (devido apenas à diferença de temperatura) pode ser calculada multiplicando-se a área da janela x a diferença entre as temperaturas interna e externa x o fator U apropriado (da tabela acima). A entrada de calor através da radiação solar deve ser adicionada para se chegar ao ganho total de calor.

A chapa Extrudada é melhor isolante do que o vidro. Seu fator U ou coeficiente total de transferência de calor é aproximadamente 10% mais baixo do que aquele de um vidro da mesma espessura. Inversamente, seu fator RT é aproximadamente 10% maior.

Choque Térmico e Estresse

A chapa Extrudada é mais resistente do que o vidro ao choque térmico e aos estresses causados pelas diferenças substanciais de temperatura entre uma área iluminada pelo sol e uma área sombreada de uma janela ou pelas diferenças de temperatura entre as

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

superfícies opostas de uma janela.

Dureza da Superfície

A superfície do acrílico não é tão dura quanto à do vidro. Portanto, deve-se tomar cuidado razoável no manuseio e limpeza da chapa Extrudada.

Propriedades Elétricas

A chapa Extrudada tem muitas propriedades elétricas desejáveis. Ela é um grande isolador. Sua resistividade de superfície é maior do que aquela da maioria dos plásticos. A exposição externa contínua tem pouco efeito sobre suas propriedades elétricas.

Propriedades Físicas

Propriedade [a]		Método ASTM	Valor Típico (espessura = 0.250 “) [b]
Mecânica	Peso específica	D 792	1.19
	Resistência à tração Alongamento, Ruptura Módulo de Elasticidade	D 638	10.000 psi (69 M Pa) 4,5% 400.000 psi (2800 M Pa)
	Resistência à Flexão Módulo de Elasticidade	D 790	17.000 psi (117 M Pa) 480.000 psi (3300 M Pa)
	Resistência à Compressão	D 695	17.000 psi (117 M Pa)
	Resistência de Impacto Entalhe	D 256	0.4 pés libras/pol. de entalhe (21.6 J/m de entalhe)
	Dureza Rockwell	D 785	M-93
	Dureza Barcol	D 2583	48
Óptica	Índice de Refração	D 542	1.49
	Transmissão de luz	D 1003	92%
Térmica	Temperatura de Moldagem	-	Aproximadamente 300ºF (149ºC)
	HDT - Temperatura de Deflexão sob carga (264 psi)	D 648	195ºF (91ºC)
	Ponto de Amolecimento Vicat	D 1525	220ºF (105ºC)
	Temperatura máxima recomendada para serviço contínuo	-	160ºF [c] (71ºC)

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

	Coeficiente de Expansão Térmica Linear	D 696	0.000040 pol./pol. – ºF (0.000072 m/m – ºC)
	Coeficiente de Condutividade Térmica	Cenco-Fitch	1.3 BTU (Hr) pé^2) (ºF/pol.) (0.19 x/m.K)
	Inflamabilidade, Freqüência de combustão (espessura de 0.125 “)	D 635	1.0 pol./min (25 mm/min)
	Temperatura de auto-ignição	D 1929	850ºF (455ºC)
	Calor específico @ 77ºF		0.35 BTU/(libras) (ºF) (1470 J/kg.K)
	Densidade de fumaça	D 2843	4.8%
Elétrica	Resistência elétrica – Tempo Curto (0.125”)	D 149	430 volts/mil (17 kV/mm)
	Constante elétrica 60 hertz 1000 hertz 1000000 hertz	D 150	 3.6 3.3 2.8
	Fator de Dissipação 60 hertz 1000 hertz 1000000 hertz	D 150	 0.06 0.04 0.02
	Resistividade de Volume	D 257	10^{16}ohm-cm
	Resistividade de Superficies	D 257	10^{15}ohms
Absorção de água 24 h @ 73ºF		D 560	0,2%
Odor		-	Nenhum
Gosto		-	Nenhum

a. Valores típicos; não devem ser usados para fins de especificação.
b. Os valores mostrados são para a espessura de 0.25 0 “. Alguns valores mudarão com a espessura e a pigmentação.
c. É recomendado que as temperaturas não excedam 71C° para serviço contínuo ou 84C° para uso intermitente curto

Resistência Química

A tabela abaixo fornece uma indicação da resistência química. Os códigos usados para descrever a resistência química são:

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

R = Resistente

A chapa suporta esta substância por longos períodos e temperaturas até 49ºC.

RL = Resistência Limitada

A chapa resiste à ação desta substância apenas por períodos curtos, à temperatura ambiente. A resistência para uma aplicação particular deve ser determinada.

N = Não Resistente

A chapa não é resistente a esta substancia. Ela estufa, sofre agressão, é dissolvida ou danificada.

Os materiais plásticos podem ser agredidos por produtos químicos de vários modos. Os métodos de fabricação e/ou as condições de exposição da chapa, bem como o modo pelo qual os produtos químicos são aplicados podem influenciar os resultados finais, mesmo para os produtos codificados como “R”. Alguns destes fatores estão listados abaixo:

Fabricação – Estresse gerado durante o trabalho de serragem, lixamento, trabalho com máquina, perfuração e/ou modelagem.

Exposição – Extensão da exposição, estresses induzidos durante a vida do produto devido avarias cargas, mudanças na temperatura, etc.

Aplicação de Produtos Químicos – Por contato, fricção, limpeza, spray, etc.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Produto Químico	Código	Produto Químico	Código
Acetato butílico	N	Dicloreto de etileno	N
Acetato etílico	N	Éter dietílico	N
Acetona	N	Etileno glicol	R
Ácido acético	RL	Ftalato de dioctila	N
Ácido acético (glacial)	N	Gasolina	RL
Ácido cítrico (20%)	R	Glicerina	R
Ácido clorídrico	N	Heptano	R
Ácido crômico	RL	Hexano	R
Ácido de bateria	R	Hidróxido de amônio (10%)	R
Ácido fluorídrico	R	Hidróxido de amônio (concentrado)	R
Ácido fluorídrico (25%)	N	Hidróxido de sódio (1%)	R
Ácido nítrico (10%)	R	Hidróxido de sódio (10%)	R
Ácido nítrico (40%)	RL	Hidróxido de sódio (60%)	R
Ácido nítrico (concentrado)	N	Hipocloreto de cálcio	R
Ácido oléico	R	Hipocloreto de sódio (5%)	R
Ácido sulfúrico (3%)	R	Metil etil cetona	N
Ácido sulfúrico (30%)	R	Óleo de algodão (comestível)	R
Ácido sulfúrico (concentrado)	M	Óleo de oliva	R
Água	R	Óleo de transformador	R
Álcool etílico (30%)	RL	Óleo diesel	R
Álcool etílico (95%)	RL	Óleo mineral	R
Álcool isopropílico	RL	Peróxido de hidrogênio (< 40%)	R
Álcool metílico (100%)	N	Peróxido de hidrogênio (> 40%)	RL
Álcool metílico (30%)	RL	Querosene	R
Anilina	N	Solução de detergente (sujeira pesada)	R
Benzeno	N	Solução de fenol (5%)	N
Carbonato de sódio (2%)	R	Solução de sabão (sabão p/ lavar louça suave)	R
Carbonato de sódio (20%)	R	Terebintina	R
Cloreto de amônio	R	Tetracloreto de carbono	N
Cloreto de cálcio (saturado)	R	Thinner de laca	N
Cloreto de metileno	N	Tolueno	N
Cloreto de sódio (10%)	R	Tricloroetileno	N
Clorofórmio	N	Xileno	N

Portanto, a tabela deve ser usada somente como um guia geral e, no caso de dúvida, ela deve ser suplementada por testes realizados sob as condições reais de trabalho.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

PROCESSOS

1- MANUSEIO E MANUTENÇÃO

Este informativo fornece recomendações sobre:

Armazenamento

Marcação sobre o filme de proteção

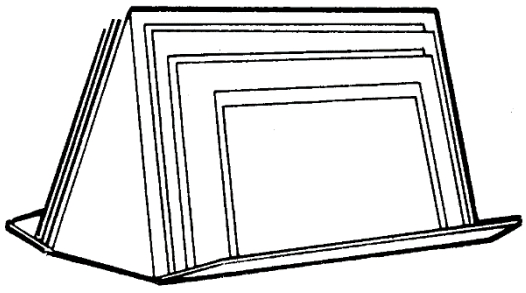
Remoção do filme de proteção

Cuidado com as chapas

Informações sobre segurança

ARMAZENAMENTO

As caixas da chapa acrílica são embarcadas com uma camada externa de filme de polietileno, que protege a chapa da sujeira e da umidade. Esta camada externa deve ser deixada intacta durante o armazenamento, para minimizar o empenamento. As chapas devem ser armazenadas verticalmente ou em prateleiras especiais onde elas possam ficar inclinadas, aproximadamente 10º. Estas prateleiras anguladas devem ter painéis de madeira compensada, que forneçam apoio total ao material.



Se as chapas forem armazenadas horizontalmente, não permita que elas enverguem. Deve-se tomar cuidado para prevenir que fragmentos e sujeira fiquem alojados entre as chapas, visto que o peso do material pode forçar estes fragmentos de encontro ao filme de proteção e danificar as chapas. Se vários tamanhos forem empilhados horizontalmente, as chapas maiores devem ficar embaixo.

A chapa não deve ser armazenada próxima de radiadores, tubulações de vapor ou outras

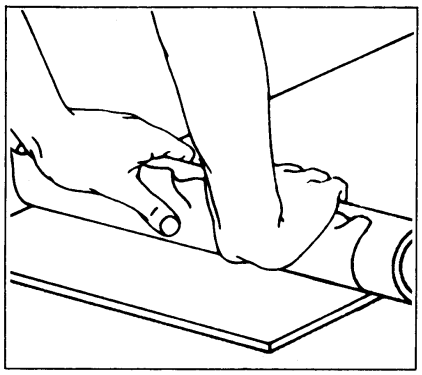
O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

fontes de calor, visto que o calor tende a amolecer e deformar a chapa acrílica. Não armazene as chapas próximas de cabines de pintura em spray ou as exponha a outros vapores de solventes, que podem penetrar no filme de proteção e danificar a superfície da chapa.

REMOÇÃO DO FILME DE PROTEÇÃO

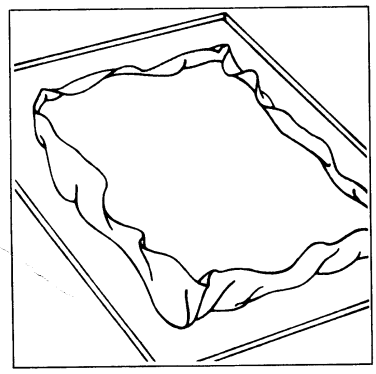
O filme de proteção da chapa deve ser deixado na mesma durante a maioria das operações de fabricação, a fim de proteger a superfície da chapa. Se necessário, o filme de proteção pode ser removido para os trabalhos detalhados sobre a chapa. Certas fontes de calor usadas na dobra à quente e nas operações de termoformagem também podem requerer a remoção do filme de proteção. Veja o Informativo Técnico “Dobra à quente” e Termoformagem para maiores detalhes.

A chapa sem o filme de proteção deve ser armazenada nas embalagens originais. Evite o manuseio desnecessário da chapa sem o filme de proteção. Você pode remover o filme de proteção com um tubo d e papelão, enrolando o filme de proteção ao redor dele. A chapa revestida deve ser mantida longe do calor e da luz do sol e o filme de proteção deve ser removido logo após a instalação. Se o adesivo for papel e estiver endurecido, umedeça-o com nafta alifática, hexano ou querosene, para ajudar a amolecê-lo. **Não use gasolina ou objetos perfuro cortantes, tais como lâminas de barbear.** Qualquer camada oleosa deixada pelos solventes deverá ser removida imediatamente, por meio de lavagem.



Enrole o filme ou o papel de proteção em um tubo de papelão

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.



Enrole o filme ou o papel de proteção o suficiente para permitir o trabalho nas bordas da chapa

CUIDADOS COM AS CHAPAS

Lavagem

Lave a chapa com uma solução de sabão ou detergente suave e água morna. Use um pano macio e limpo, aplicando pressão leve. Enxague com água limpa e seque com um pano umedecido ou camurça.

Graxa óleo e alcatrão podem ser removidos com hexano, nafta alifática ou querosene. Estes solventes podem ser obtidos em lojas de tintas e devem ser usados de acordo com as recomendações do fabricante.

NÃO USE: sprays para limpeza de vidraças, compostos desengordurantes de cozinhas ou solventes como acetona, gasolina, benzeno, álcool, tetracloreto de carbono ou thinner. Estes podem arranhar a superfície da chapa e/ou enfraquecer a chapa, fazendo com que ocorram pequenas rachaduras na superfície.

Tirando o pó

Tire o pó com um pano umedecido macio ou camurça. Os panos secos ou ásperos podem arranhar a superfície e criar carga elétrica estática sobre a superfície (veja a seção sobre neutralização da eletricidade estática).

Polimento

Proteja a chapa e mantenha suas superfícies brilhantes polindo-a ocasionalmente com um bom limpador e polidor de plástico. Aplique uma camada fina e uniforme com um

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

pano macio e limpo e pula levemente com uma flanela de algodão.

Então, esfregue com um pano umedecido, para ajudar a eliminar as cargas eletrostáticas que podem atrair partículas de sujeira.

Neutralização da Eletricidade Estática

Pode se desenvolver carga elétrica estática na chapa durante o manuseio e processamento. Isto não ocorre somente com a chapa, mas também com muitos materiais plásticos.

Quando o papel ou o filme de proteção é retirado da chapa de acrílico, é criada carga estática sobre a superfície da chapa. A carga estática atrai poeira, fragmentos, etc., que estão flutuando no ar ou sobre superfícies de trabalho. Uma pistola de ar comprimido removerá um pouco dessa sujeira da superfície, mas muito dela continuará grudada na chapa. Devido ao fato de a chapa precisar estar limpa antes das operações de encurvamento, pintura ou termo modelagem, ao eliminar temporariamente a carga elétrica de todas as superfícies da chapa, podem ser usadas pistolas de ar ionizado. Estas pistolas fornecem um fluxo de partículas carregadas. Elas neutralizam efetivamente as cargas estáticas que prendem a sujeira à superfície. Ao usar o ar ionizado para limpar a chapa e após o filme de proteção ter sido removido, a chapa pode ser diretamente aquecida, pintada ou de outra forma processada. Devido à etapa de limpeza adicional ser eliminada, há considerável economia d e mão-de-obra, tornando óbvias as vantagens econômicas. A aparência da chapa pintada e/ou com aplicação de silkscreen é melhorada pela eliminação das cargas estáticas.

Vários limpadores antiestáticos para plásticos também estão disponíveis e reduzirão a eletricidade estática e a atração de poeira. A limpeza com camurça ou um pano macio umedecido é tudo o que se precisa para manter a chapa sem sujeira nos intervalos entre as aplicações destes limpadores.

Removendo Arranhões

Os arranhões finos podem ser removidos pelo polimento a mão. Aplique um removedor de arranhão de plástico a uma flanela macia e esfregue. Quando os arranhões tiverem desaparecido, remova todos os resíduos e pula. Para os arranhões mais profundos,

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

primeiramente lixe levemente com uma lixa d'água 400, usando água em abundância e enxaguando frequentemente. Pula com politriz e com um bom composto para polimento.

Para um brilho elevado, use uma lã ou algodão macio, para os quais não é usado nenhum composto. Uma furadeira elétrica com uma politriz é ideal.

Entre em contato conosco para informações sobre a disponibilidade de kits para remoção de arranhões.

2- CORTE COM SERRAS CIRCULARES

Este informativo fornece recomendações sobre:

Equipamentos

Procedimentos

Lista de Problemas, Causas e Soluções Informações sobre segurança

EQUIPAMENTO

A chapa acrílica geralmente é cortada com serras de painel vertical e serras de bancada. As serras não devem ter vibração e ter potência suficiente para fazerem os cortes requeridos.

São recomendadas as serras de bancada com eixos de tamanhos de 16mm a 1 "de diâmetro, com motores variando de 3 a 10 hp. Podem ser usados os sistemas de transmissão direta ou polia. As serras de bancada fornecem velocidade de rotação da lâmina da serra de 3.450 rpm.

As serras de painel variam muito em tamanho, desde as serras verticais pequenas para trabalhos gerais de corte, até as grandes serras horizontais controlada por Controles Numéricos Computadorizados (CNC), capazes de cortar volumes elevados, de alta tolerância. Quanto à potência, seus motores variam de 10 a 30 hp. As velocidades de rotação da lâmina da serra são tipicamente entre 2. 000 e 8.000 rpm. Há disponibilidade das serras de painel com velocidades da serra ajustáveis, que fornecem maior flexibilidade para a obtenção de um melhor acabamento de corte.

Ao selecionar uma serra de painel para corte da chapa acrílica, as três considerações a

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

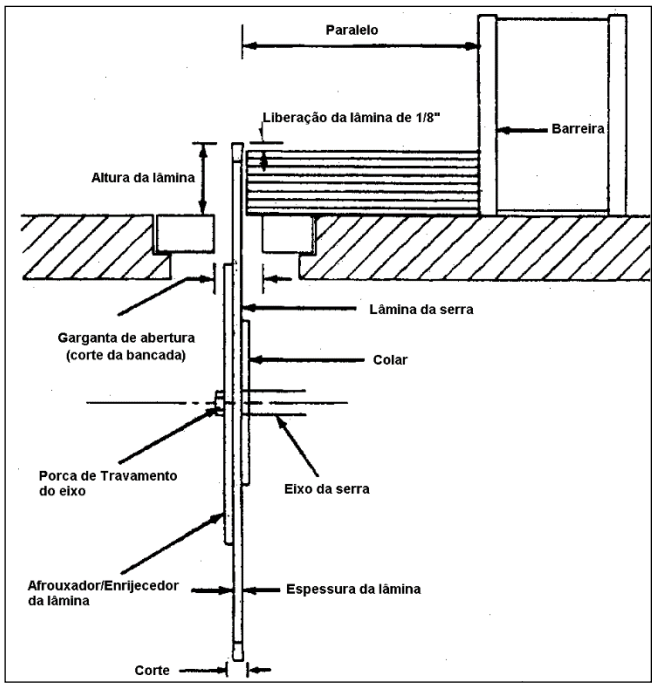
seguir são críticas:

1. Certifique-se de que a serra tem capacidade de ajuste da altura da serra (ou área de exposição). Isto assegurará a flexibilidade necessária para o corte de diferentes espessuras ou quantidades de chapas.

2. Ao selecionar uma serra de painel, certifique-se também de que ela fornece apoio total e preciso da chapa, enquanto a lâmina da serra está fazendo o corte. Alguns projetos de computador com serras de painel controladas não fornecem apoio contínuo ao material. Isto resulta em vibração da chapa durante o corte e causará fragmentação do corte, da parte inferior da chapa, especialmente com material de espessuras finas.
Também há necessidade de uma abertura estreita entre a lâmina da serra e a estrutura de apoio, para minimizar a vibração.

3. Também é necessário um sistema de fixação, que prenda firmemente o material no lugar durante a operação de corte. Isto ajudará a reduzir a vibração da chapa e melhorará os resultados do corte. A maioria das serras de painel tem uma única barra rígida, com cilindros de pressão em cada extremidade para uma fixação perfeita.
Alguns sistemas utilizam várias barras de fixação independentes. Estas têm a vantagem de serem capazes de se adaptarem às variações na espessura do material que está sendo cortado; porém, a abertura entre as barras deve ser a menor possível para prevenir a vibração do material.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.



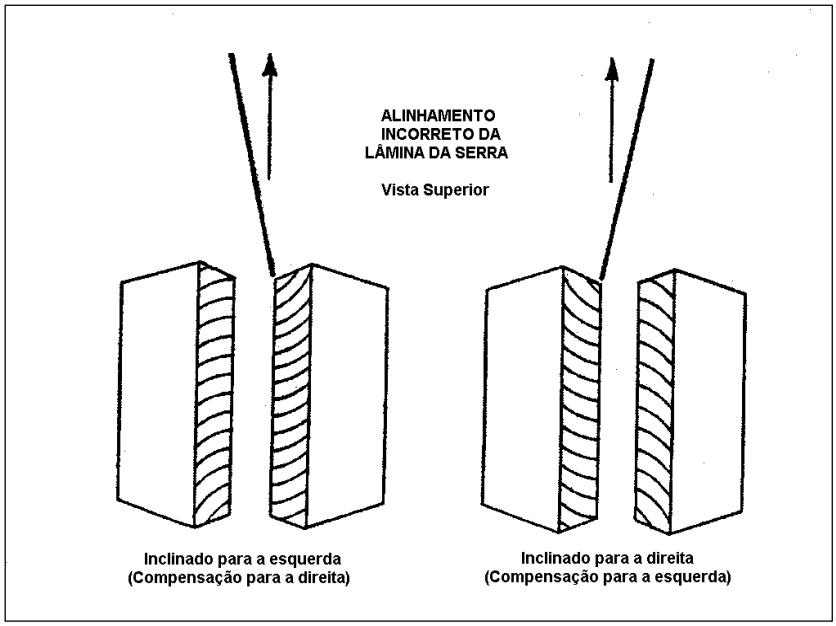
Ao usar uma serra de bancada, certifique-se de que ela seja equipada com todos os dispositivos de segurança necessários. A maioria das serras de bancada vem completa com um protetor de lâmina, separador e dispositivo traseiro anti recuo. Muitos dos dispositivos anti recuo não trabalham bem com plásticos. Pode ser necessário consultar o fabricante do equipamento para ajuda na seleção do dispositivo adequado. Os interruptores da placa de recuo e os freios eletrônicos do motor também devem ser considerados, para segurança adicional. Também, uma barreira de proteção junto à guia fornecerá maior segurança ao cortar.

Seja qual for a serra, o alinhamento da lâmina é crítico para conseguir bons resultados.

A serra de bancada e o guia da serra devem estar adequadamente alinhados para prevenir oscilações. O alinhamento inadequado pode causar a compressão do material contra a parte posterior da lâmina da serra. Isto levará à fragmentação e fundição do material, podendo resultar em “recuo” perigoso da serra. Nas serras de bancada, a lâmina deve ser paralela às fendas do calibre do encaixe levemente aberta na parte de trás (0,8mm a 0,4mm). Nas serras de painel vertical, o carro da lâmina da serra deve estar alinhado para produzir um corte no esquadro e a rotação da lâmina da serra deve correr paralela à direção do trajeto do carro, para assegurar uma trajetória apropriada. O alinhamento incorreto da lâmina da serra geralmente pode ser identificado observando-se as marcas da serra na borda da chapa. Para as serras de painel baixo, as

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

marcas da serra devem se curvar para baixo, na direção da trajetória da lâmina. Se as marcas da serra em um dos lados do corte se curvarem para cima, na direção da trajetória da lâmina, elas indicam que a lâmina da serra está compensando daquele lado. Veja o diagrama abaixo:



A oscilação do eixo da serra e o colar da lâmina de vem ser essencialmente zero. A oscilação total, incluindo a lâmina da serra, deve ser menor que 0,05mm. A folga entre lâmina e apoio (corte da bancada) deve ser mínima. Isto minimizará a vibração do material (especialmente as chapas de espessura fina), ajudando a reduzir a fragmentação. As inserções de abertura com folga mínima podem ser feitas com resultados positivos. Nas serras de painel, pode ser fixado um topo “falso” à superfície da serra, a fim de fornecer um estreitamento da abertura.

Lâminas da Serra

Há várias lâminas de serra no mercado que podem cortar corretamente uma chapa acrílica. Os dentes afiados são essenciais para a obtenção de bons resultados. As lâminas de serra com pontas de metal duro são recomendas para cortes superiores e para alongar a vida da borda de corte. Também é importante que as lâminas da serra sejam destinadas somente para o corte de acrílico. Cortar outros materiais com as lâminas de cortar acrílico danificará a lâmina e produzirá desempenho de corte insuficiente quando

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

a lâmina for usada novamente para o corte do acrílico.

O número ideal de dentes por lâmina pode variar, de pendendo do tamanho da lâmina, velocidade de rotação da lâmina e aplicação, tal como o corte de uma única chapa ou de várias chapas ao mesmo tempo. Os diâmetros das serras comuns e as seleções dos dentes usados para corte de chapas de acrílico incluem:

Diâmetro de 250 mm, 60 e 80 dentes
Diâmetro de 300 mm, 60, 80 e 100 dentes
Diâmetro de 350 mm, 60, 80 e 100 dentes

A seleção adequada do tamanho da lâmina da serra pode ser feita considerando-se as polegadas de superfície por minuto (PMS) da lâmina na serra. As PMS da lâmina são a velocidade real na qual os dentes estão se movendo. Para o acrílico, elas devem estar entre 6.000-14.000 pés/minuto (aproximadamente 1800-4.000 metros/minuto) (1 pé = 30,48 cm); para determinar as PMS da lâmina, use a seguinte fórmula:

PMS = diâmetro (polegadas) x rpm x 0.262
Exemplo: serra com 10 “de diâmetro girando a 3.450 rpm
PMS = 10 x 3.450 x 0.262 = 9.000

O tamanho da lâmina de 10 “é apropriado, porque as PMS estão entre 6.000 e 14.000.

O número de dentes da lâmina da serra deve ser selecionado para fornecer uma engrenagem apropriada. Aproximadamente 2-6 dentes devem estar engrenados no material durante o corte. A engrenagem de três dentes é considerada ótima (um dente entrando no material, um dente totalmente engrenado, um dente saindo do material). Uma serra com 10 polegadas (254 mm) (1 polegada = 25,4 mm) de diâmetro e 80 dentes é recomendada para cortes em geral em uma serra de bancada.

Quanto à seleção do tamanho da lâmina da serra e dos dentes, veja a Tabela 1.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

TABELA 1 RECOMENDAÇÕES PARA O TAMANHO DA LÂMINA DA SERRA, SELEÇÃO DOS DENTES E LIBERAÇÃO DA OPERAÇÃO AO CORTAR CHAPAS DE ACRÍLICO			
Espessura da chapa de acrílico (polegadas)	**Diâmetro da Lâmina (polegadas)**	**Número de dentes**	**Liberação da Lâmina * (polegadas sobre o material)**
1/16 – 1/8	10 12 14	80 100 100	1/8 1/8 1/8
1/8 – 1/2	10 12 14	80 80, 100 80, 100	1/4 1/4 1/4
1/2 – 1	10 12 14	60 60 60	1/2 1/2 1/2
1–2	12 14	60 60	1/2 1/2

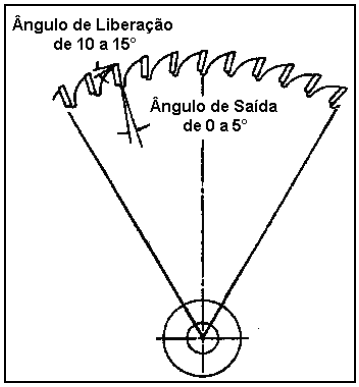
Somente para as serras de bancada ou serras de painel baixo.

Para cortar acrílico, os dentes da lâmina da serra devem ter um projeto de corte triplo, onde a borda de corte de cada outro dente é chanfrada. O dente chanfrado, ou dente coroado remove o material no centro do corte, enquanto que a parte chata superior remove o material das bordas do corte. Isto resulta na produção de três “fragmentos” separados: centro, lado esquerdo e lado direito – daí o termo projeto de corte triplo. Em alguns projetos, a parte chata superior também tem chanfros muito pequenos ao longo das bordas do lado superior do dente. Isto ajuda a reduzir as rebarbas, reduzindo o efeito do entalhe causado pela borda de corte quadrada.

Melhores resultados são obtidos quando o dente tem um ângulo livre (liberação superior) de 10 a 15º. Isto minimiza o contato entre os dentes e o material, reduzindo a fricção e resultando em menor fusão. O ângulo de saída de 0º a 10º assegura que os dentes não golpeiem muito agressivamente o material. Os ângulos mais elevados podem

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

levar à fragmentação devido à estabilidade insuficiente da lâmina e às taxas de alimentação insuficientes do material.



Para o corte de várias chapas empilhadas, é recomendada uma lâmina de serra cujos dentes tenham uma liberação radial aumentada. Esta liberação reduzirá o contato carbureto/plástico nos lados dos dentes e, portanto, reduzirá o calor gerado pela fricção. Quando for cortar as chapas empilhadas, deixe-as revestidas com o filme de proteção sempre que possível; pois ele age como um lubrificante.

A qualidade da construção da lâmina da serra afeta significativamente o seu melhor desempenho para o corte. As considerações da qualidade ao avaliar a lâmina de corte incluem:

Oscilação, que deve ser menor que 0,005mm.

Altura dos dentes, que necessita ser quase que constante. Quaisquer variações devem ser graduais, e não abruptas – a lâmina deve ter boa concentricidade.

Posicionamento dos dentes, que devem estar todos no mesmo plano radial, isto é, um dente não pode se estender para um lado mais do que os outros, senão ocorrerá fragmentação.

Qualidade da lâmina, que deve ser temperada a uma dureza de C42 – C46, fornecendo uma maior rigidez e resultando em vibração reduzida durante a operação.

Número de fendas de expansão da serra (4 – 5 para lâmina de serra de 10 “de diâmetro), o que minimiza o arqueamento quando a serra está aquecida.

Tamanho das pontas de metal duro. O fato das pontas serem mais largas significa que a lâmina pode ser amolada com mais frequência. As pontas variarão de 5/32 “a 13/32” de comprimento e de 1/16 “a 3/32” de largura.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Método de soldagem usado para fixar as pontas de metal duro a disco de serra. As pontas de metal duro devem ser soldadas à ao disco de serra manualmente ou por ultrassom. Geralmente, a soldagem ultrassônica fornece um desempenho mais consistente e confiável.

Qualidade da trituração ou acabamento da superfície do dente, o que determinará sua afiação e a qualidade resultante do corte de serra. Uma trituração mais fina resultará em um acabamento mais uniforme, deixando menos marcas da máquina sobre os dentes (visíveis sob ampliação) a bordas dos dentes mais limpas e retas.

As lâminas da serra devem ser manuseadas com cuidado, com luvas resistentes a corte. Evite os choques de impacto, como queda das lâminas da serra, visto que as pontas de metal duro são frágeis e podem se quebrar facilmente, Também os choques de impacto podem entortar a lâmina, criando fusão e fragmentação à medida que ela se move pelo corte, Quando não estiverem em uso, as lâminas devem ser armazenadas em acessórios de madeira especificamente projetados para isso, que irão proteger a lâmina dos impactos acidentais e prevenirão o contato acidental com sua s pontas afiadas.

As lâminas da serra têm uma frequência máxima de velocidade de rotação. Certifique-se de que a serra que está sendo usada não excederá a s limitações da lamina que foi selecionada. As lâminas de serra com pontas de meta l duro nunca devem operar em excesso de 18.000 PMS.

Amortecedores para Fixação das Lâminas de Serra

Os amortecedores das lâminas de serra podem reduzir muita vibração da lâmina durante a operação de corte. Eles são altamente recomendado s para uso ao cortar a chapa de acrílico, porque eles irão resultar em melhor qualidade do corte reduzido o ruído durante a operação (nota: algumas serras de painel de alta qualidade são construídas com grandes colares de lâmina e podem não se beneficiar do uso de um endurecedor de lâmina). Ao instalar um amortecedor, certifique-se de remover todos os materiais estranhos da lâmina da serra e das arruelas de montagem. Os melhores resultados geralmente são obtidos quando se seleciona um amortecedor de 1/2 a 2/3 do diâmetro da lâmina da serra.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Resfriamento

O uso de um sistema de resfriamento da lâmina da serra pode produzir uma borda de corte mais limpa e uniforme e aumentar muito a vida útil da lâmina. Estes sistemas removem o calor da lâmina e da chapa a medida em que ela está sendo cortada.

Normalmente, são usados dois tipos de sistemas. Os sistemas de ar comprimido ou ar comprimido de tubo resfriado são os melhores. Estes sistemas são mais fáceis de serem operados e requerem pouca manutenção. Os sistemas mistos que aplicam óleo solúvel em água com inibidor de ferrugem também trabalham b em, fornecendo lubrificação da lâmina, bem como resfriamento. Porém, estes sistemas requerem mais manutenção, e o material pode necessitar de uma limpeza posterior para a remoção do óleo residual.

Também é importante assegurar que a solução de lubrificação seja compatível com o acrílico (consulte-nos para lubrificantes recomendados). Ao usar um sistema de resfriamento da lâmina da serra, o ar ou vapor misto deve ser levemente borrifado sobre os dentes da lâmina da serra logo antes de eles entrarem no material.

OPERAÇÃO

Para as serras de painel ou de bancada com a lâmina montada por baixo, a lâmina deve se projetar aproximadamente 3,2mm a 12,7mm acima das chapas a ser cortada. O bom ajuste variará de acordo com a espessura da chapa (veja a Tabela 1). Em uma serra de painel aérea, a lâmina deve ter 0,8mm através do material. Estes ajustes produzirão um corte uniforme e minimizarão a fragmentação da borda, fornecendo um ângulo de corte favorável de corte dos dentes da lâmina da serra. Em geral, ângulos de saída maiores das lâminas reduzirão levemente a engrenagem dos dentes, resultando em menor geração de calor e, em algumas situações, reduzindo a fusão, enquanto que os ângulos de saída menores das lâminas fornecem melhor corte e melhor controle de fragmentos, resultando na menor probabilidade de fragmentação na base do corte. Os ângulos de saída de lâmina excessivamente pequenas, geralmente em combinação com uma lâmina não afiada, podem causar fragmentação no topo do corte.

Alimente o material uniformemente através da serra. A alimentação não uniforme produzirá pontos fundidos ou fragmentação do chapa. As frequências de alimentação típicas para a chapa Extrudada são 2,5 a 7,5mm/minuto (250 a 750 cm/minuto).

Porém, com algumas lâminas de serra especialmente projetadas, podem ser usadas,

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

com sucesso, frequências de alimentação de até 600 polegadas.

Ao cortar em uma serra de bancada, tome cuidado para garantir a segurança dos operadores. Sempre siga as precauções esboçadas no manual fornecido pelo fabricante da serra e consulte o fornecedor da lâmina da serra para as recomendações quanto ao uso.

As precauções de segurança também incluem, mas não são limitadas a:

- Sempre use óculos protetores de segurança com os protetores laterais.
- Certifique-se de que todas as proteções estão nos lugares e operacionais.
- Não use roupas largas ou joias e prenda os cabelos longos.
- Assegure que a área de trabalho esteja limpa e que não ofereça risco de escorregão.
- Assegure que a lâmina correta seja montada para o material que está sendo cortado.
- Assegure que a lâmina da serra está em boas condições, adequadamente montada, direção correta, está corretamente alinhada e ajustada na altura apropriada.
- Nunca coloque as mãos a menos de + 10 cm da lâmina da serra em funcionamento. Se forem cortadas pequenas peças que requeiram que as mãos fiquem muito próximas, então considere métodos de corte, com alimentação o u fixação alternativos, para a segurança da mão.
- Nunca force a alimentação do material. Se o motor diminuir a velocidade, o material começará a trepidar, ou se houver vibração excessiva, descontinue o corte e desligue a força.
- Nunca posicione seu corpo diretamente atrás da lâmina da serra durante a operação e certifique-se de que ninguém esteja trabalhando na área atrás da lâmina.
- Nunca utilize guias de corte com tamanhos menores de 2 vezes a extensão da lâmina da serra. Para cortes menores, use um encaixe para guiar o material.
- Nunca puxe o material para trás durante o corte.

Enquanto estiver alimentando, segure sempre o material firmemente.

Pare a serra frequentemente para limpar o corte e a serragem. Certifique-se de que a

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

lâmina da serra tenha parado completamente antes de limpar. Não tente remover os resíduos enquanto a serra estiver em funcionamento.

LISTA DE PROBLEMAS, CAUSAS E SOLUÇÕES

Problema	Causa	Solução
Fragmentação	Vibração da chapa	Nas serras de bancada, segure firmemente a chapa enquanto está alimentando. Se estiver cortando várias chapas empilhadas, mantenha as mesmas firmemente juntas, prendendo-as com grampos. Nas serras de painel, assegure que a chapa esteja totalmente apoiada por baixo e que a mesma seja firmemente segura por toda a operação de corte.
	Fragmentação na base do corte: ângulo de saída da lâmina acima do material é muito grande	Reduza o ataque.
	Fragmentação na parte superior do corte: ângulo de saída da lâmina acima do material é muito pequena.	Aumente o ataque.
	A freqüência de alimentação é muito rápida	Diminua a freqüência de alimentação.
	Tipo incorreto de lâmina	Use as lâminas de serra com ponta de metal duro, com projeto de corte triplo.
	Lâmina com tamanho ou número de dentes incorreto	Use o tamanho de lâmina e a seleção de dentes recomendados.
	Ângulo de saída muito elevado.	O ângulo deve ser de 0ºa +5º.
	Largura excessiva do canal de abertura	Substitua o canal de abertura.
	Vibração ou oscilação da lâmina	Limpe o colar e meça a projeção da lâmina. Empregue um amortecedor de lâmina. Substitua a lâmina por uma de alta qualidade.
	Dentes defeituosos (quebrados ou fora de alinhamento)	Substitua a lâmina.
	PMS da lâmina muito baixas	Aumente as rpm ou o tamanho da lâmina.
	Mal alinhamento da lâmina ou da barreira	Verifique se a lâmina da serra e a barreira estão adequadamente alinhadas.
Derretimento	Ataque da lâmina muito pequena	Ajuste a ataque.
	Freqüência de alimentação muito lenta	Aumente a freqüência de alimentação.
	Tipo incorreto de lâmina	Use as lâminas de serra com ponta de metal duro, com projeto de corte triplo.
	Ataque insuficiente atrás da borda de corte dos dentes da lâmina (ataque da parte superior)	A ataque atrás da borda de corte dos dentes da lâmina (ataque da parte superior) deve ser de 10º a 15º.
	Ataque radial insuficiente dos dentes da lâmina (corte para ataque da placa da lâmina)	Use uma lâmina com ataque radial grande sobre os dentes.
	Lâmina sem fio/corte	Substitua a lâmina
	Lâmina com tamanho ou número de dentes incorreto	Use o tamanho de lâmina e a seleção de dentes recomendados.
	PMS da lâmina muito elevadas	Reduza as rpm ou o tamanho da lâmina.
	Mal alinhamento da lâmina ou da barreira	Verifique se a lâmina da serra e a barreira estão adequadamente alinhadas

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

3- OUTROS MÉTODOS DE CORTE

Este informativo fornece recomendações sobre:

Equipamento

Procedimentos

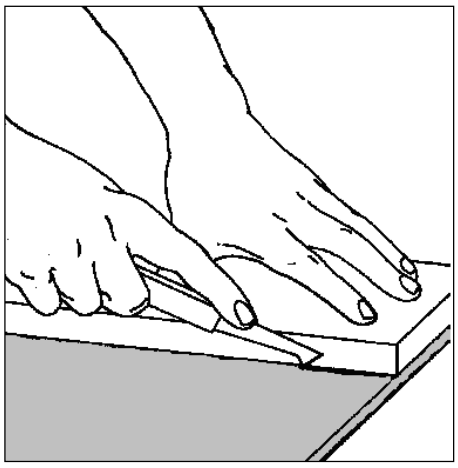
Lista de Problemas, Causas e Soluções.

Informações sobre Segurança

EQUIPAMENTO

Normalmente, a chapa acrílica é cortada usando-se serra circular de bancada ou painel. Estas serras são recomendadas, porque elas produzem vibração mínima durante o corte. Porém, dependendo do formato do corte e do equipamento disponível, pode ser necessário usar outros tipos d e equipamentos ou técnicas de corte.

Os outros métodos de corte incluem o uso de um estilete, serra tico-tico, serra vaivém, serra circular manual e laser.



Arraste sempre o estilete ao longo de uma borda reta.

PROCEDIMENTOS

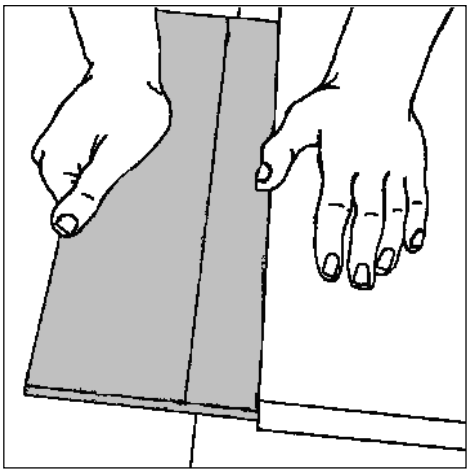
Certifique-se de seguir as recomendações de segurança do fabricante para os equipamentos e materiais usados com a chapa.

Riscando e Quebrando

Este método é útil para cortes rápidos, retos e curtos em chapas únicas com menos de 3mm de espessura.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Coloque a chapa com o filme de proteção sobre uma superfície plana e marque a linha a ser cortada. Use uma margem reta firmemente presa no lugar para guiar o estilete ao longo da linha. Risque a chapa várias vezes com pressão firme e uniforme ao longo da mesma linha.

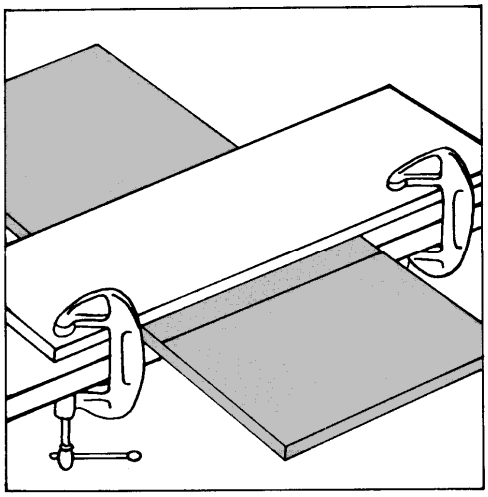


Depois de cortar com o estilete, quebre a chapa sobre a borda de uma mesa.

Em seguida, posicione a chapa de modo que a linha traçada pelo estilete esteja logo depois da borda da superfície de trabalho. Enquanto segura a chapa firmemente no lugar, sobre a superfície de trabalho próxima à linha riscada, aplique pressão firme para baixo.

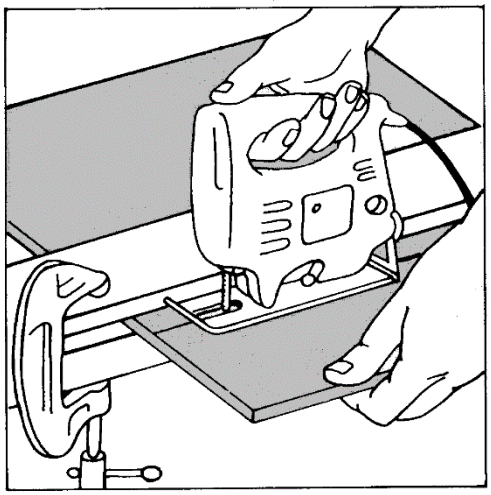
Isto fará com que a chapa se quebre ao longo da linha riscada.

Embora estes sistemas tenham sido projetados especificamente para preencher as necessidades de lojas de molduras de quadros, eles podem ser usados para cortes retos em chapas únicas com tamanho até 1,22 x 2,44 m e espessura de ate 6mm.



Prenda firmemente a chapa à mesa antes de cortar com a serra tico-tico.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.



Use uma tira segura com braçadeira como guia para a serra.

Seleção da Lâmina

Ao usar uma serra tico-tico, serra vaivém ou serra de faixa, as lâminas com 7-14 tpi (dentes por polegada) geralmente são aceitáveis par a todos os propósitos de corte. O espaçamento correta dos dentes é ditado pela espessura da chapa que está sendo cortada, bem como pela qualidade desejada do corte.

Em geral, uma lâmina deve ser selecionada de modo que no mínimo dois dentes estejam engrenados na chapa durante o corte. Isto significa que, para uma chapa de 1/8 “(3 mm) de espessura, uma lâmina com 16 tpi é um bom ponto inicial, enquanto que para uma chapa com 1/4” (6 mm) de espessura, uma lâmina com 8 tpi pode ser melhor.

Se ocorrer fragmentação ou houver necessidade de um acabamento melhor, tente uma lâmina com mais dentes por polegada. Se ocorrer derretimento, tente uma lâmina com menos dentes por polegada. O derretimento também será causado por lâminas mal afiadas; assim, certifique-se de que a lâmina esteja afiada. Nunca use uma lâmina que foi usada para outros materiais, como madeira ou alumínio. Estes materiais tirarão o corte da lâmina a ponto de ela não poder ser usada com sucesso para a chapa acrílica.

Cortando com a serra tico-tico

Este método é útil para cortes envolvendo uma mudança de direção frequente. A lâmina deve ter um projeto de raspadeira mecânica. É necessário apoio adequado para minimizar a vibração da lâmina, o que pode quebrar ou rachar a chapa.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Uma tábua reta presa à chapa próxima à linha de corte pode ser usada como guia para a serra e para ajudar a reduzir a vibração. Ventile ar comprimido na lâmina para remover as rebarbas e para resfriar a lâmina.

Cortando com a serra vaivém

As serras vaivém devem ser usadas somente para cortes internos ou para desenhos elaborados. A lâmina deve conter alguns ajustes par a ataque. Use uma frequência de alimentação rápida e uniforme. Devido ao curso de corte ser curto, a lâmina se aquece rapidamente e tende a amolecer e fundira chapa.

A maioria das serras vaivém tem uma pequena ventoinha acoplada ao guia da serra. Este jato de ar ajudará a esfriar a lâmina e evitar que a chapa se funda. Você também pode usar um óleo fluído refrigerante ou água.

Cortando com a serra de faixa

As serras de faixa frequentemente são usadas para cortar seções curvas ou partes de enfeites termo modeladas. Uma boa qualidade de corte (fragmentação e derretimento mínimos) pode ser obtida com uma lâmina com 1/2 “(1 2.7 mm) de extensão. Este tipo de lâmina é suficiente para cortar raios com tamanho mínimo de 3” (76 mm). Se for necessário um raio menor de corte, a largura da lâmina deve ser reduzida para 1/4 “(6mm). É recomendada a velocidade da lâmina de 2500-4000 polegadas de superfície por minuto (760-1200 m/min). Em geral, quanto mais espesso o material, mais lenta será a velocidade da lâmina. O uso de uma tábua presa à chapa ajudará a minimizar as vibrações, arranhões e quebras.

Cortando com serra circular elétrica e manual

As serras circulares elétricas e manuais podem ser usadas para fazer cortes retos, se a chapa for presa seguramente à superfície de trabalho, minimizando a vibração. As lâminas recomendadas para as serras circulares de bancada (ponta de metal duro, projeto de dentes triplos com um ângulo de saída levemente positivo) produzirão melhores resultados. As especificações do projeto da lâmina podem ser encontradas no Informativo Técnico — “Corte de Linha Reta com Serras Circulares”. Um guia (como uma tábua presa no topo da chapa) reduzirá a vibração e assegurará um corte reto.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Cortando com laser

A tecnologia do laser está sendo rapidamente aceita pela indústria para cortar, soldar, perfurar, riscar e estampar plásticos com rapidez e precisão.

Os lasers de CO2 concentram uma grande quantidade de energia de luz sobre uma área muito pequena, o que é extremamente efetivo para cortar formatos complexos na chapa de acrílico. O feixe de luz do laser produz um corte estreito no acrílico, permitindo o mínimo de desperdício. Os lasers de CO2 vaporizam o acrílico à medida que eles avançam, resultando em uma borda limpa e polida, porém com níveis elevados de estresse. Dependendo da aplicação, pode ser necessário minimizar a chance de fragmentação da chapa de acrílico temperada após o corte a laser. Para informações mais detalhadas sobre o corte a laser da chapa acrílica, veja o Informativo Técnico — "Trabalhando com Laser".

Recozimento

Se os estresses da chapa causados pelos cortes forem extremamente elevados, ocorrerão fissuras (rachaduras finas e visíveis, que aparecem na chapa com o tempo) nas junções, curvas, buracos perfurados e outras áreas de fabricação. Para eliminar a possibilidade do aparecimento de fissuras, a chapa fabricada deve ser recozida. O processo de recozimento é um procedimento de aquecimento simples, que alivia os estresses sem mudar o formato da chapa fabricada e geralmente aumentando a resistência da chapa.

Para recozer a chapa após a fabricação:

1. Pré-aqueça o forno a 80ºC.
2. Remova todo o filme de proteção da chapa.
3. Coloque a chapa fabricada no forno e aqueça-a por 1 hora para cada milímetro de espessura da chapa (Exemplo: aqueça uma chapa de 3 mm por 3 horas).

Tempo de aquecimento mínimo = 2 horas para uma chapa com 2 mm de espessura ou menos.

4. Desligue o forno e deixe a chapa esfriar lentamente (para mais detalhes, veja o Informativo Técnico –Recozimento).

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

LISTA DE PROBLEMAS, CAUSAS E SOLUÇÕES

Problema	Causa	Solução
Bordas derretidas	Superaquecimento	Aumente a frequência de alimentação. Use um refrigerante, como ar ou água. Afie a lamina.
Rachadura na parte acabada	Estresses excessivos	Aumente a frequência de alimentação. Use um refrigerante, como ar ou água. Afie a lâmina. Recoza as peças.
Fragmentação excessiva	Vibração	Prenda o material. Use um guia.
	Lâmina errada	Use uma lâmina com mais tpi.

4- FURAÇÃO

Este informativo fornece recomendações sobre:

Equipamento

Procedimentos

Lista de Problemas, Causas e Soluções

Informações sobre Segurança

EQUIPAMENTO

Furadeira

É aceitável qualquer equipamento elétrico comercialmente disponível. Isto inclui furadeiras manuais, furadeiras de coluna ou bancada, tornos, cursores CNC, etc.

Brocas

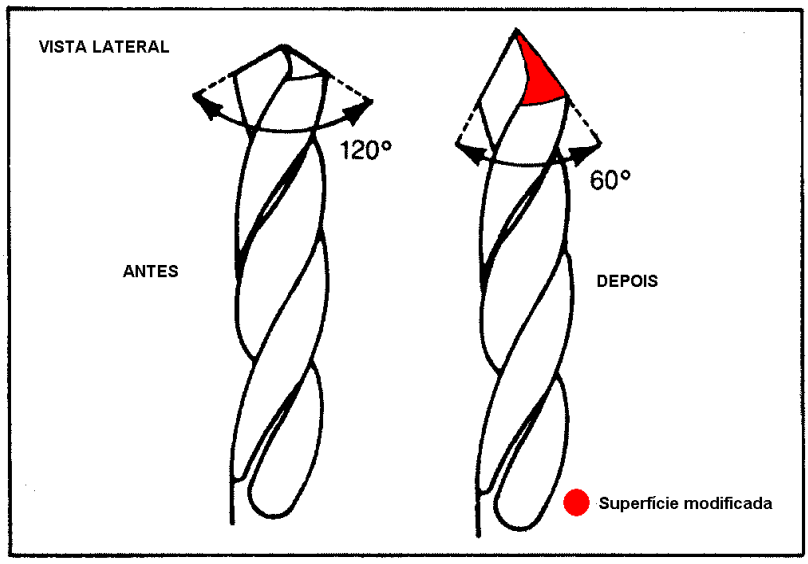
Vários fabricantes oferecem brocas especialmente projetadas para acrílico. As brocas geralmente são feitas de aço de alta velocidade (HSS), cobalto, HSS com pontas de metal duro ou metal duro. As brocas de aço de alta velocidade para trabalho em metal podem ser usadas com algumas modificações.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

As brocas padrão para trabalho em metal são projeta das para cortar agressivamente o material. Se forem usadas no acrílico sem modificação, estas brocas irão causar fragmentação e outros danos ao acrílico. Estas brocas devem ser reafiadas a fim de perfurarem o acrílico, ao invés de cortarem o material e sem prenderem a ele. Há três pontos a serem considerados ao modificar as brocas padrão para trabalho em metal, para que possam trabalhar o acrílico.

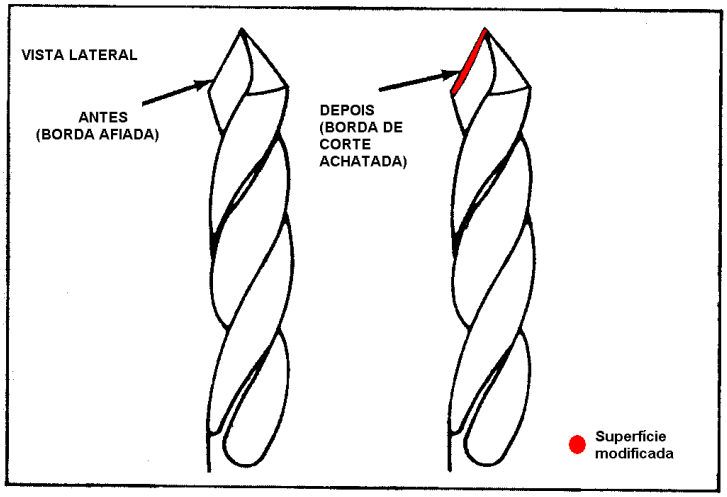
1. Os ângulos das pontas das brocas padrão geralmente são de 118º - 130º. Este ângulo da ponta deve ser corrigido para 60º -90º. Isto permitirá que a broca entre e saia facilmente sem quebrar. Os ângulos maiores geralmente causam quebra e arrombam à medida que a broca sai da chapa. Para a maioria das operações de perfuração da chapa acrílica devem ser usadas brocas com ângulo da ponta de 90º.

Uma broca com um ângulo de 90º gerará rebarbas menores, que são mais fáceis de serem retiradas, reduzindo a fusão e melhorará a qualidade do furo. Deve ser tomado cuidado nos pontos de entrada e saída. Geralmente, também são usadas as brocas com ângulos de 60º, especialmente para furos com diâmetros de 13mm ou maiores.

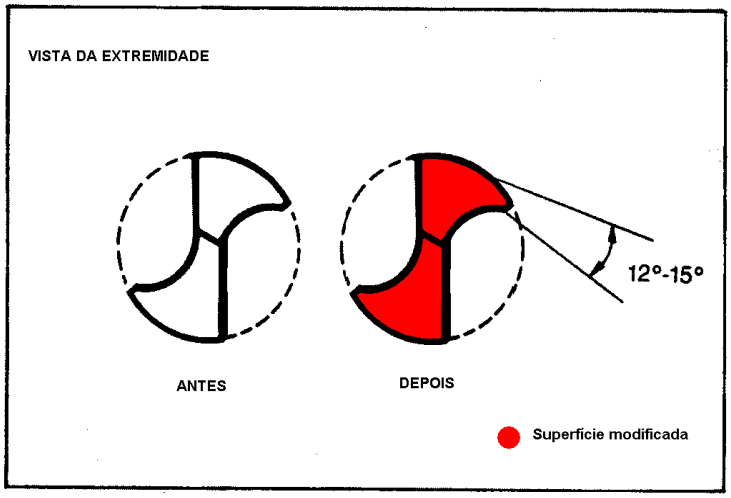


O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

2. A borda de corte deve ser “achatada” para um ângulo de ataque de 0-4º. Esta borda de corte riscará o acrílico e não se prenderá a ele.



3. A superfície atrás da borda de corte deve ser modificada para ângulos de ataque de 12º -15º. Este alívio posterior reduz o contato metal/acrílico e o calor produzido. Esta modificação é padrão na maioria das brocas de alta qualidade.

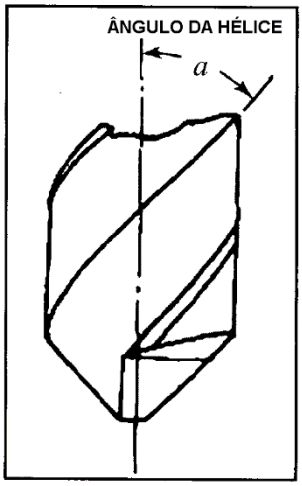


A geometria da broca afeta a qualidade dos furos realizados, visto que ela afeta o tamanho da rebarba e a sua saída. As brocas com diâmetros maiores e as brocas com ângulos de ponta menores produzem rebarbas maiores. Se a profundidade (H) do furo for menor que o diâmetro (D) da broca, as grandes rebarbas serão facilmente ejetadas.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

À medida que a profundidade do buraco aumenta, isto é, H maior que D, as rebarbas maiores se tornam mais difíceis de serem ejetadas, por causa da saída estreita entre a broca e as paredes do furo. O aumento do ângulo da ponta da broca diminui o tamanho das rebarbas geradas, facilitando a sua ejeção. Porém, como mencionado acima, se o ângulo da ponta for muito grande, maior que 90º, pode haver problema de retenção da broca quando ela sair.

O ângulo da hélice da broca é o ângulo entre a borda de corte e uma linha vertical ao longo do centro da broca. As brocas com ângulo de hélice moderado ajudam na saída da rebarba e são recomendadas para perfuração de acrílicos. Os ângulos de hélice pequenos interferem na saída da rebarba, aumentando a fusão. Os ângulos de hélice muito grandes podem causar rachaduras ao redor das bordas do furo. Tipicamente, é recomendado um ângulo de hélice de 15º - 30º.



PROCEDIMENTOS

Certifique-se de obedecer as recomendações de segurança do fabricante para os equipamentos e materiais usados com a chapa acrílica.

Ao perfurar a chapa, é gerado calor devido à liberação próxima entre a broca e as paredes do buraco e por causa da dificuldade de saída da rebarba. Como mencionado acima a saída da rebarba se torna mais difícil à medida que o furo se torna mais profundo. A fricção entre a broca e o material também aumenta, por causa da condutividade térmica relativamente baixa e do elevado coeficiente de expansão

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

térmica do acrílico, que faz com que o material se expanda. Estes fatores, se não forem levados em consideração, podem fazer com que o material se funde e cole, fornecendo um furo de baixa qualidade. Portanto, é essencial reduzir o calor gerado e ter saída rápida das rebarbas.

A peça de trabalho deve ser firmemente presa à mesa de trabalho. É melhor apoiar a peça que está sendo cortada, outra chapa termoplástica ou prancha de fibra de densidade média (MDF), de modo que a broca continuará dentro do material sólido à medida que ela penetra a superfície da base. Use uma frequência de alimentação baixa ao iniciar a perfuração, para permitir que a broca entre no material, e também use a frequência de alimentação baixa quando a broca sair da superfície da base, para prevenira fragmentação.

Condições de Perfuração Sugeridas

As condições apropriadas para perfuração são uma combinação da velocidade de rotação da broca(RPM) e a frequência de alimentação (IPM). Dois parâmetros geralmente são empregados para determinar isto:

PMS (polegadas de superfície por minuto) – a velocidade na qual a borda de corte da broca atinge o material.

IPR (polegadas por revolução) – a quantidade de material que está sendo removida por revolução da broca, também referida como carga de rebarba.

A PMS e a IPR não podem ser diretamente ajustadas e m equipamento de perfuração manual. Porém, os dados da PMS e da IPR podem ser usados para determinar os ajustes apropriados para a velocidade de rotação da broca em RPM (revoluções por minuto) e frequência de alimentação em IPM (polegadas por min uto). Se forem conhecidas a PMS e a IPR recomendadas, então os ajustes podem ser determinados usando-se as seguintes equações:

$$RPM = \frac{3.92 \times PMS}{D}$$

$$IPM = IPR \times RPM$$

Para a perfuração do acrílico, os valores da PMS e IPR recomendados são fornecidos na tabela 1 abaixo:

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

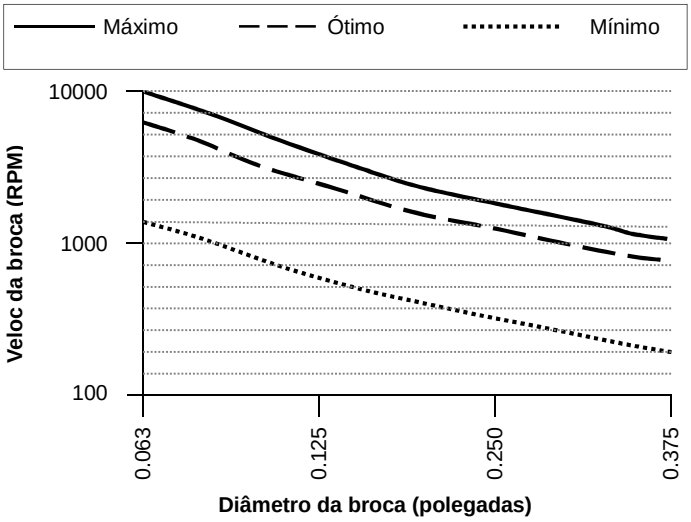
Tabela 1 – Valores Recomendados para a PMS e IPR

Diâmetro da broca (pol.)	PMS	IPR
1/16 (1,6 mm)	20-160	0.001
1/8 (3,2 mm)	20-160	0.002
¼ (6,3 mm)	20-160	0.004
3/8 (9,5 mm)	20-160	0.006
½ (12,7 mm)	30-90	0.008
¾ (19,0 mm)	30-90	0.010
≥ 1 (25,4 mm)	30-90	0.012-0.015

≥: maior ou igual

Estes valores recomendados podem ser usados com as equações acima para determinar os ajustes de perfuração. Alternativamente, podem ser usadas as figuras 1, 2 e 3 fornecidas a seguir:

Figura 1 – *Recomendações para a Velocidade da broca (RPM) para perfurar o acrílico (D =1,6– 9,5)*



O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Figura 2 – *Recomendações para a Velocidade da broca(RPM) para perfurar o acrílico (D =9,6– 25,4)*

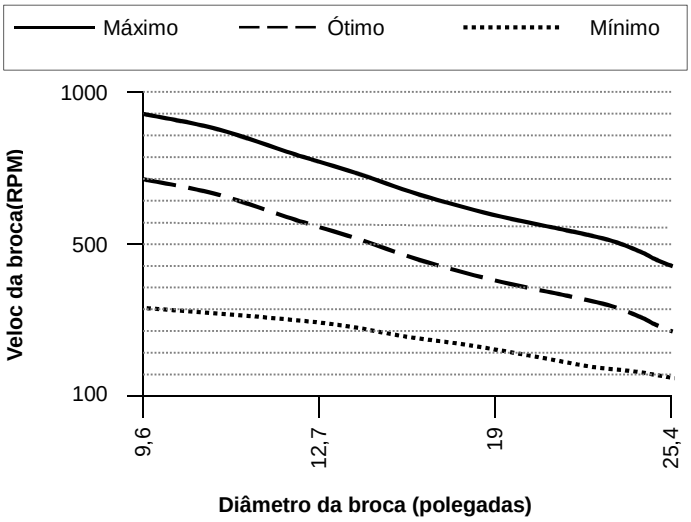
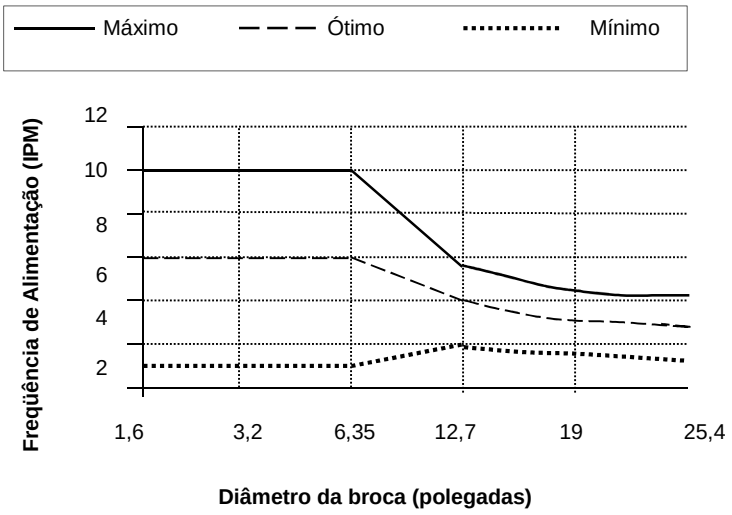


Figura 3 – *Recomendações para a Frequência de Alimentação (IPM) para perfurar o acrílico*



Como indicado nos gráficos e tabela acima, são requeridas PMS menores para as brocas maiores. Isto assegura uma perfuração uniforme, sem vibração, porque as brocas grandes tenderão a capturar mais material. Como resultado, a frequência de alimentação geralmente deve ser diminuída, a fim de prevenir fragmentação e, consequentemente, a velocidade da broca deve ser reduzida para prevenir fusão do acrílico.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Para H maior que D, deve-se perfurar em etapas e remover periodicamente a ponta do material, para limpar as rebarbas.

PERFURAÇÃO MANUAL

As operações de perfuração manual devem ser realiza das em velocidades e frequências de alimentação mais baixas do que a perfuração automatizada ou CNC, levando-se em conta o diâmetro da broca, a espessura do material e a capacidade de resfriamento durante a perfuração. Adicionalmente, a perfuração em etapas deve ser empregada nos furos mais profundos, para reduzir a fusão.

É difícil controlar precisamente a frequência de alimentação nas operações de perfuração manual. O acabamento do furo pode ser usado como um guia para as frequências de alimentações apropriadas, uma vez que a RPM correta tenha sido estabelecida. Se o material fragmentar, a frequência de alimentação es tá muito rápida e deve ser diminuída. Se o material fundir, a frequência de alimentação está muito lenta e deve ser aumentada.

FORMATO DAS REBARBAS

O formato das rebarbas geradas pela perfuração pode servir como um guia para as condições de perfuração. As boas condições resultam em furos com superfícies uniformes, com rebarbas contínuas e uniformes. Se as rebarbas estiverem esmagadas e o furo irregular, a frequência de alimentação está muito alta ou a RPM está muito baixa. As rebarbas que estão fundidas e os furos que mostram bordas fundidas indicam que a frequência de alimentação está muito baixa ou que a RPM está muito alta.

Resfriamento

O Resfriamento com ar ou líquidos devem ser usados sempre que possível. O Resfriamento reduzem o calor gerado e, portanto, melhoram a qualidade do furo. Em certas profundidades e tamanhos de furos, o resfriamento é necessário para prevenir a fusão. Como regra geral, o resfriamento deve ser usado quando a profundidade do furo (H) exceder o diâmetro da broca (D). O Resfriamento também devem ser usados para furos maiores ou iguais a 1/2" de diâmetro (D > 1/2").

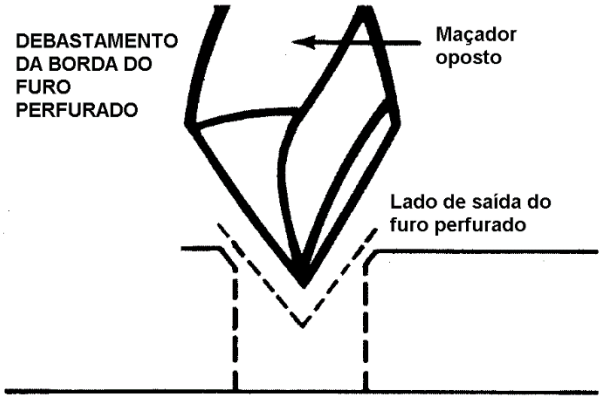
As pistolas de ar frio fornecem bom resfriamento e geralmente são melhores de usar do

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

que os líquidos refrigerantes. Porém, os líquidos refrigerantes fornecem mais resfriamento, visto que o líquido pode penetrar no furo à medida que broca atravessa o material, resultando em furos mais bem acabados. Água, querosene, óleos minerais e outros solventes **compatíveis** podem ser usados.

Remoção de Rebarba e Escarear

Os furos que podem ser sujeitados a forças de parafusos ou rebites devem ser rebarbados com um escareador. Os escareadores sem estria trabalham bem para o escareamento de furos na chapa acrílica. Se não houver disponibilidade de um escareador, use uma broca com diâmetro maior do que o furo, e desbaste a borda áspera do lado da saída do furo (lado onde à broca sai da chapa).



FURAÇÃO EM SÉRIE

A furação em série é um caso especial onde máquinas automatizadas perfuram centenas de minúsculos furos a uma velocidade muito alta. São necessárias brocas especialmente projetadas. As recomendações de frequência de alimentação e RPM são fornecidas nas figuras 4 e 5:

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Figura 4 – *Recomendações para a Velocidade da broca (RPM) para furação em série*

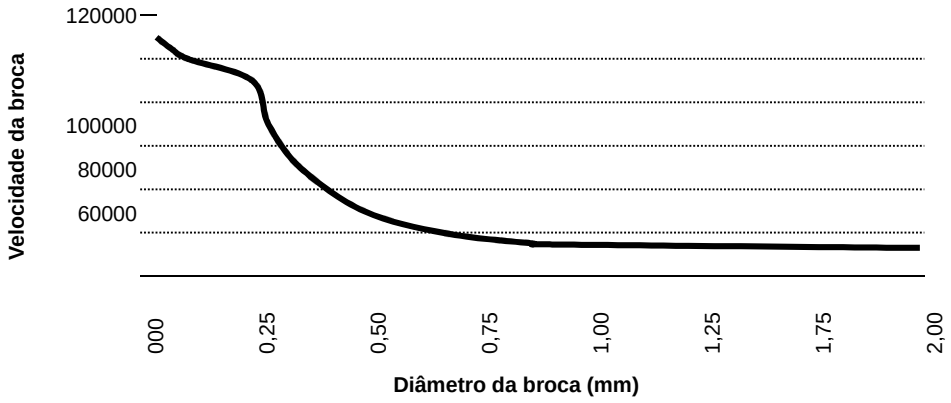
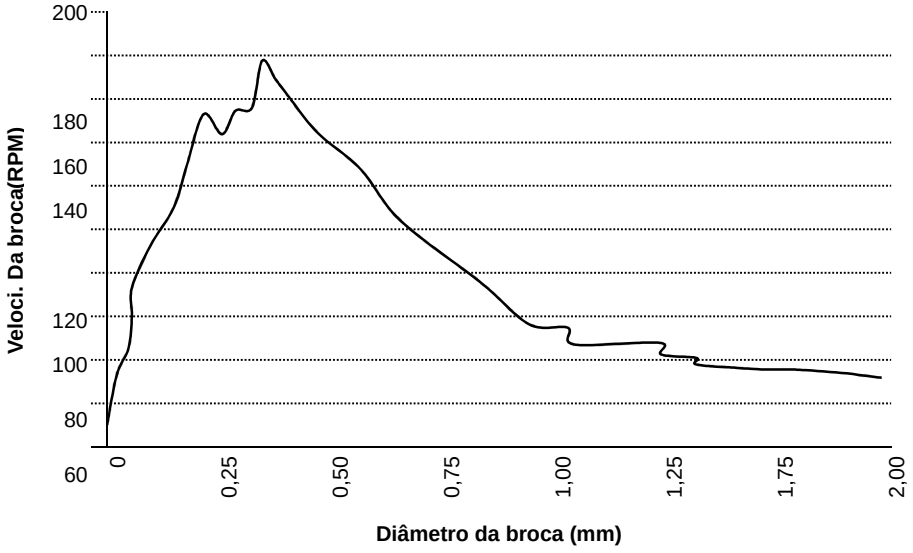


Figura 5 – *Recomendações para a Velocidade de Alimentação (IPM) para furação em série*



FAZENDO FUROS GRANDES

Para fazer um furo na chapa maior que 25,4 mm, pode ser usado um cortador circular. A ponta do cortador também deve ser modificada para se adequar às propriedades do acrílico. A ponta deve arranhar o acrílico e não arrancá-lo. Para um bom corte com cortadores circulares, considere as seguintes recomendações:

A haste do cortador e a ferramenta de corte devem ser adequadamente fixados. A ferramenta de corte deve se estender somente o suficiente para atingir a profundidade

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

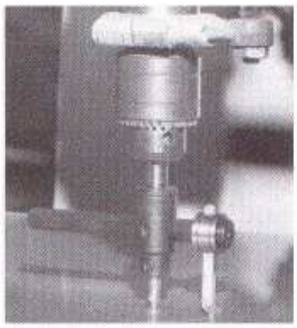
de corte desejada.

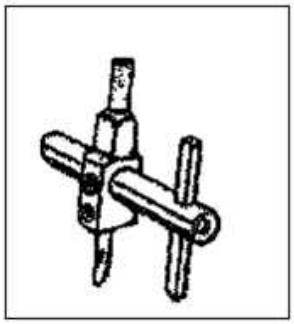
A chapa deve estar adequadamente apoiada e fixada para prevenir o envergamento ou a vibração durante a operação de corte. O material deve ser colocado tão próximo da haste do cortador quanto possível, para reduzir a distância que o cortador tem que percorrer.

É recomendada a velocidade do fuso de 400-600 rpm.

A frequência de alimentação lenta e constante é muito importante para se obter um furo uniforme e limpo. Quando o furo foi terminado, desligue o cortador sem removê-lo, a fim de prevenir quaisquer trincas ou rebarbas do furo durante a saída da ferramenta.

Também é recomendado borrifar água levemente para manter o resfriamento do cortador e do acrílico e também para agir como um lubrificante do corte.





AVISO: o cortador circular somente deve ser usado, em uma furadeira de coluna ou bancada com a chapa de acrílico seguramente fixada à mesa da máquina. A furadeira fornece pressão uniforme e o posicionamento constan te é essencial para perfurar com segurança furos de qualidade. *Nunca tente usar um cortador circular com uma furadeira elétrica manual.*

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

LISTA DE PROBLEMAS, CAUSAS E SOLUÇÕES

Problema	Causa	Solução
Fragmentação	Vibração da chapa	Prenda firmemente a chapa e use um apoio sólido.
	Ângulo de ataque da broca muito grande	O ângulo deve ser de 0º a 4º.
	A freqüência de alimentação é muito rápida	Diminua a freqüência de alimentação.
	Vibração da broca	Substitua a broca ou o mandril.
Derretimento	Freqüência de alimentação muito lenta	Aumente a freqüência de alimentação.
	RPMs muito altas	Reduza as RPMs.
	Produção de rebarbas muito grande	Limpe as rebarbas. Aumente o ângulo de inclinação da broca.
	Refrigeração insuficiente	Aumente o suprimento de refrigerante (água).
	Ângulo de saída muito pequeno (sem alívio posterior suficiente)	Afie novamente a broca para um ângulo de saída de 12º a 15º.
Furo irregular	A broca não está furando	Afie novamente a broca.
	A broca está empenada	Substitua a broca.
	O mandril está gasto	Substitua o mandril.

5- FRESAGEM

Este informativo fornece recomendações sobre:

Equipamento

Procedimentos

Lista de Problemas, Causas e Soluções

Informações sobre Segurança

EQUIPAMENTO

Fresadora de Alimentação Manual

Existem muitos tipos aceitáveis de fresadoras comercialmente disponíveis. Estes incluem as fresadoras manuais, fresadora de bancada, fresadora de pinos e tupias. A fresadora

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

deve ter no mínimo 1 HP a uma velocidade livre de 20.000 RPM.

Fresadora CNC (Controle Numérico Computadorizado)

As máquinas com CNC são disponibilizadas por vários fabricantes para a produção de grandes volumes. Hoje em dia, há muitas empresas fabricando fresadora com CNC para indústrias que fabricam produtos de madeira, metal e plástico. Como resultado, há uma variedade de máquinas disponíveis que se ajustam ao s requisitos necessários.

As fresadoras para produção leve, para processamento de uma única chapa fina (3,0), geralmente possuem motor com 1 a 3 HP. As fresadoras para produção média, como aqueles vistos na indústria de sinalização, usam motor com 4 a 7 HP. As fresadoras para grandes volumes e com múltiplas cabeças têm motor v ariando de 7 a 20 HP.

Há três projetos básicos de máquinas:

As máquinas do tipo guindaste móvel têm um cabeçote suspenso que suportam uma ou mais cabeças de Fresagem ou mandris motorizados sobre uma coluna. A coluna pode ser programada para mover-se ao longo da guia do guindaste tanto horizontal como verticalmente. A própria guia move-se sobre dois suportes verticais para se mover ao longo de conjuntos de trilhos paralelos em ambos os lados de uma mesa de trabalho estacionária. Isto facilita um terceiro eixo de movimento.

As máquinas de ponte estacionária são similares às máquinas do tipo guindaste móvel, exceto pelo fato de a ponte ser estacionária. Um terceiro eixo de movimento é facilitado por uma mesa de trabalho que pode se mover em um plano horizontal perpendicular à ponte estacionária.

Os centros de usinagem se originam na indústria de ferramentas. Eles oferecem maior precisão e comumente são usados para a produção de peças pequenas. Tipicamente, estas máquinas possuem mesas de trabalho menores do que as máquinas de ponte estacionária ou de guindaste móvel e possuem um preço maior correspondente à sua precisão e versatilidade.

Todos os tipos de máquinas com CNC são disponibilizados com hardware e software para facilitar a operação em eixos de 2”1/2, 3, 4 e 5. Existem máquinas projetadas para quaisquer requisitos, desde a fabricação de pequenos protótipos até a produção de grandes escalas. As máquinas com CNC podem produzir ciclos repetitivos de produção,

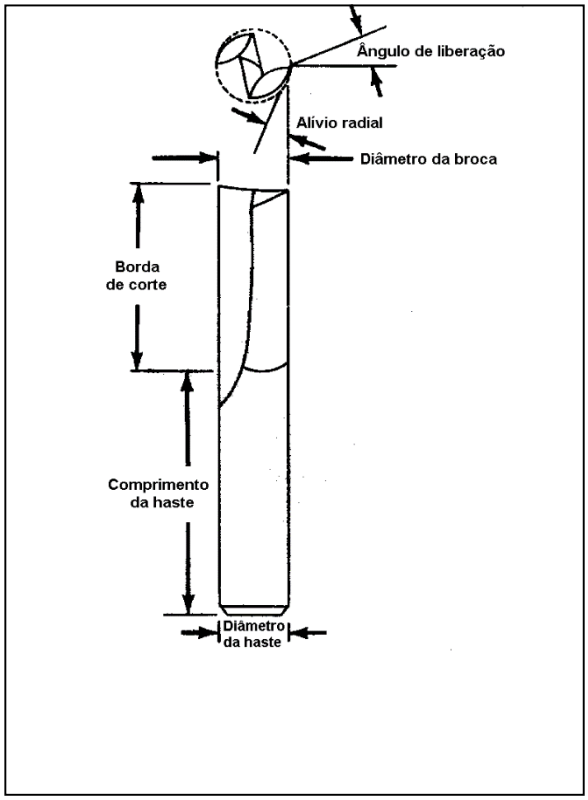
O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

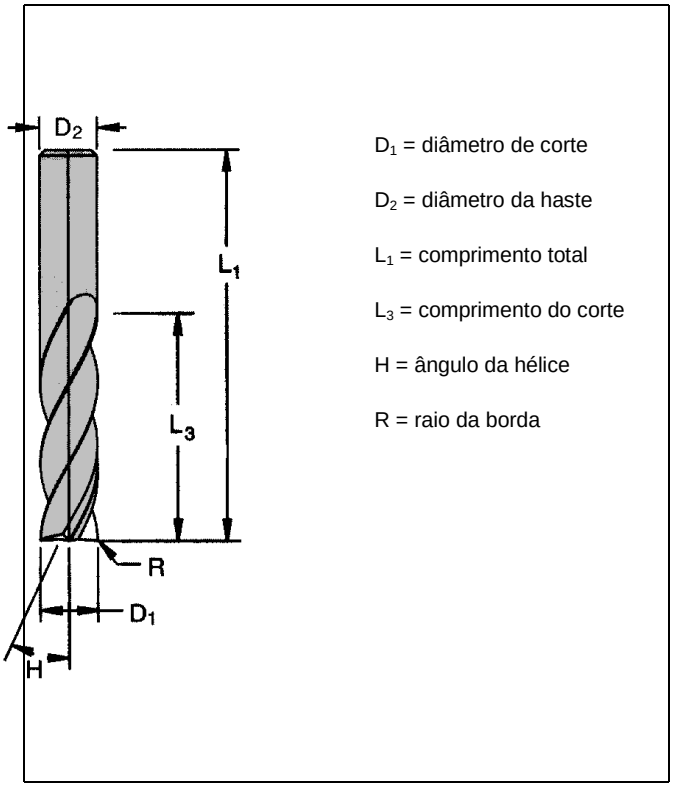
usando uma ou duas mesas. Elas também são disponibilizadas com múltiplas cabeças ou mandris de modo que várias peças podem ser produzidas ao mesmo tempo. São disponibilizadas opções como torres pequenas e mandris para troca de ferramenta, para facilitar a troca de ferramentas sem parar a máquina. As máquinas com CNC podem ser ajustadas para operações semiautomáticas ou totalmente automáticas, que incorporam trocadores de pallet e equipamento automatizado de alimentação e retirada dos mesmos.

Se a demanda da produção justificar, a fresadora com CNC é um dos melhores modos para aumentar a produtividade, bem como assegurar a repetitividade e qualidade.

Fresas

As fresas podem ser feitas de aço de alta velocidade (HSS), com ponta de metal duro, ou com ponta de diamante. Elas podem ser uma única peça, peças múltiplas, guiadas por mancal, de corte reto, modelagem ou brocas especializadas.

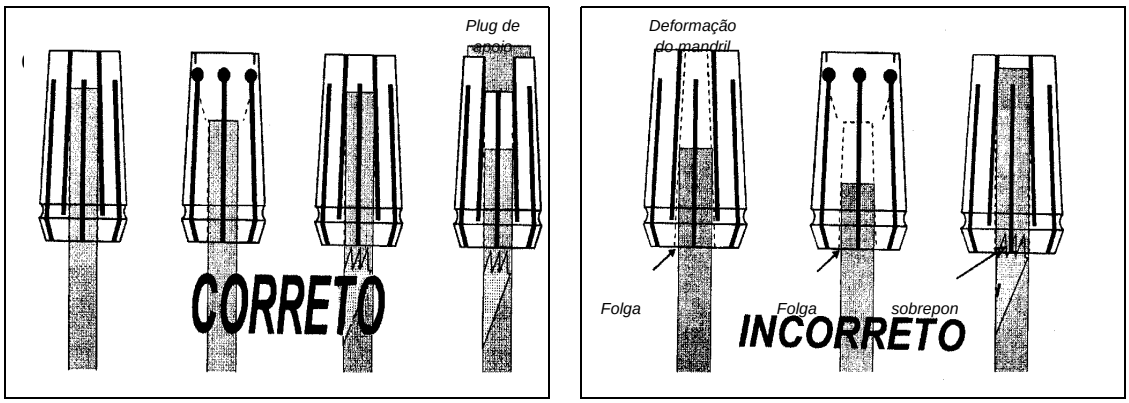




As fresas para trabalhar o acrílico podem conter de uma a três ranhuras. Geralmente são usadas brocas com uma ou duas ranhuras. Ao usar brocas de metal duro, o comprimento da borda de corte não deve exceder três vezes o diâmetro da ferramenta ou um razão

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

de 3:1. Com o uso apropriado da tecnologia de fresa de metal duro, esta razão pode ser aumentada para 4, 5:1. O diâmetro da haste deve sempre ser igual ou maior ao diâmetro do mandril. O comprimento da haste deve ser longo o suficiente, de modo que a borda de corte inteira seja utilizável. As brocas devem ser montadas em um mandril e ajustadas para permitir um apoio máximo da ferramenta e ataque da ranhura para facilitar a ejeção



Para as fresadoras manuais, geralmente são recomendadas fresas retas de duas ranhuras.

Para as fresadoras de mesa, fresadora de guia e tupias, podem ser usadas fresas com uma ou duas ranhuras. As fresas retas com uma ranhura fornecerão bons resultados nos entalhes de contornos. As fresas espirais com uma ou duas ranhuras produzirão melhores resultados para cortar encaixes ou canais, visto que a configuração em espiral ajudará na remoção de rebarbas. As geometrias em “O” ou “V” da s ranhuras trabalham bem.

Ao processar o acrílico usando a fresadora com CNC, as fresas espirais com ranhura em “O”, de metal duro, produzirão os melhores resultados. Elas estão disponíveis em uma, duas ou três ranhuras. Os tamanhos comuns são com diâmetros de 3,2 a 12,7 mm. Estas fresas são menos susceptíveis à fricção e a formação de calor, porque o projeto de ranhura em “O” permite que as rebarbas se enrolem naturalmente a medida que elas são formadas isto facilita uma melhor saída das rebarbas da área de corte. Em aplicações de menor demanda, as fresas com geometria da ranhura em “V” também podem ser usadas com sucesso.

Em geral, são recomendadas as fresas em espiral, porque elas puxam as rebarbas para cima e para fora do caminho, reduzindo a formação de calor pela fricção. O aumento do número de ranhuras na fresa geralmente resultará em um acabamento de melhor

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

qualidade nas bordas da superfície entalhada. Porém, o custo da ferramenta também aumenta com o número de ranhuras da fresa.

As ferramentas com um único cortador; de face chata geralmente são empregadas para aplicações de gravação. Estas incluem cortes de perfil, cortes paralelos e cortes Braille.

Ao gravar letras com gravura maior que 1,5mm, outros tipos de fresas podem ser necessários para fornecer o acabamento desejado no lado de dentro da letra, incluindo fresas em “V”, superfícies com base de borda dupla, etc....

Manutenção da Ferramenta

As fresas devem ser mantidas afiadas, caso contrário, ocorrerá fragmentação e superaquecimento. Ambos causam estresse na chapa.

PROCEDIMENTO

Certifique-se de seguir as recomendações de segurança do fabricante dos equipamentos e dos materiais utilizados com a chapa acrílica.

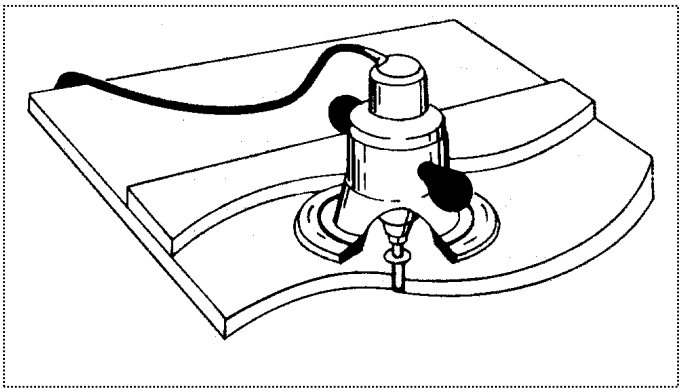
Segurança

Ao usar fresadoras, use sempre máscaras de proteção e óculos de segurança. A proteção dos ouvidos é recomendada para períodos extensos de trabalho. Se não for usado um sistema a vácuo, um respirador ou máscara oferecerá proteção contra as partículas de poeira.

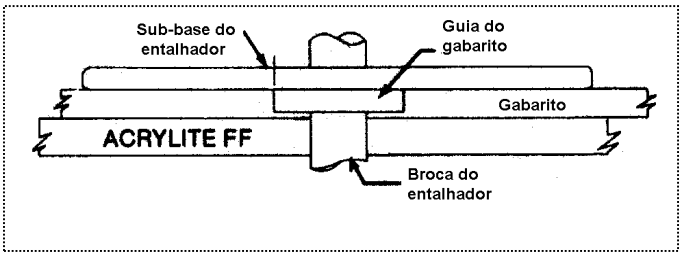
Fresagem Manual

A peça protótipo e de substituição podem ser produzidas usando-se uma fresadora manual. A fresadora é guiada ao redor de um gabarito de molde para pré corte, que é fixado à chapa acrílica. O gabarito é tipicamente preso à chapa, por fita adesiva dupla-face ou a vácuo. Também podem ser usados prendedores para segurar o gabarito e movê-lo, quando necessário. Os gabaritos podem ser feitos de madeira compensada, fibra de vidro ou plástico rígido. A fresadora manual pode ser guiada ao redor do padrão de vários modos.

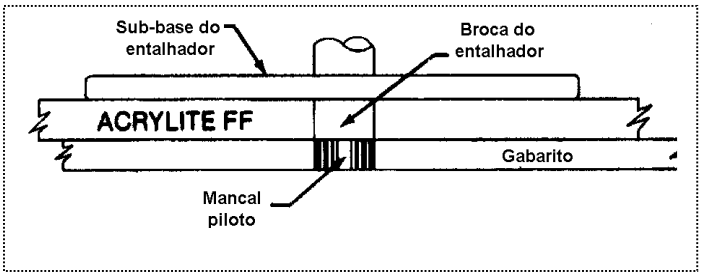
O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.



Usando uma fresadora com base e gabarito



Usando um entalhador com guia de gabarito e gabarito



Usando um entalhador com mancal piloto e gabarito

Fresagem Circular

Podem ser realizados círculos de vários diâmetros c om um acessório de corte consistindo de uma fresa fixa e uma mesa rotatória com deslizamento ajustável. A mesa ajustável é montada em haste e coluna deslizante. Isto pode ser ajustado para distâncias do centro variáveis. A chapa é presa sobre a mesa rotatória com vácuo. Uma vez ajustada, a chapa é movida em direção ao cortador e girada a 360º para a realização do círculo. Este método permite um trabalho rápido e também o ajuste do tamanho Ele também pode ser adaptado para máquinas com outros formatos. Os círculos também podem ser cortados usando-se um entalhador manual e gabaritos circulares.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Fresagem com Pino / Fresagem de Topo

As fresadoras de pinos são muito versáteis e utilizam uma coluna horizontal para apoiar pneumaticamente um pino guia ativado. Este pino é ajustado diretamente sobre um pino, que mantém a fresa embaixo da mesa de trabalho. Tanto o pino como a fresa é alimentada com uma parada pré-estabelecida e são ativados por um pedal. O gabarito é preso ao material. Um operador orienta o gabarito ao longo da mesa pelo pino, guiando a borda superior do gabarito ao longo do pino. Visto que o gabarito faz um giro de 360º ao redor do pino, a fresa do entalhador rotatório corta o material abaixo do gabarito. O material geralmente é fixado ao gabarito por meio de fita dupla-face ou a vácuo.

Fresagem de Contorno

As fresadoras de pino também podem ser usadas para múltiplas peças, a fabricação de peças contornadas. Para conseguir isto, deve ser usado um dispositivo de vaivém. O padrão desejado é cortado na base do contorno, para combinar com a parada pré ajustada abaixo da mesa de trabalho. Várias peças do material são presas umas às outras. Então, a ferramenta de corte é guiada por uma série de paradas de pino ajustadas abaixo da mesa de trabalho. Estes pinos controlam a profundidade de corte da fresa do entalhador, O processo não corta em todas as direções da chapa. O material é separado somente após o corte final. Este processo de corte múltiplo permite o corte de padrões contornados.

Gravação

O trabalho na chapa Extrudada usando fresas de gravação requer velocidade da fresa (RPM), frequência de alimentação (IPM) e profundidade do corte corretas. A capacidade de remover as rebarbas e manter a chapa resfriada enquanto corta é a consideração chave ao gravar. As velocidades devem ser ajustadas de 9.000 a 10.000 RPM e as frequências de alimentação de 55 a 65 IPM. Em geral, as cargas de rebarba (IPT) de 0,08 a 0,16 dente devem ser usadas para aplicações de gravação (consulte a seção de Terminologia da Operação e Fórmulas para mais detalhes). As máquinas variarão em desempenho, de modo que esta informação somente deve ser usada como uma referência inicial.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Fresagem com CNC – Caracterização da Máquina A fim de otimizar o trabalho em um entalhador com CNC, há vários pontos chave a serem considerados. O primeiro é o tipo e a condição da máquina. Isto inclui a integridade da fresa, a seleção e a condição dos mandris, a mesa da máquina e a fixação. A qualidade do equipamento e da fixação que está sendo usada te rá um impacto significativo sobre a frequência na qual as peças podem ser processadas e sobre a qualidade das partes acabadas.

A fixação de uma peça mudará com o projeto e o tamanho da peça. O modo mais comum de prender um material sobre uma mesa de Fresagem com CNC é usar vácuo ou uma prancha MDF, que pode ser maquinada ou prensada para facilitar a fixação da peça. Os dois tipos comumente usados são: Prancha Convencional a Vácuo e Prancha Universal a Vácuo.

A prancha Convencional a Vácuo é usada em conjunto com uma bomba de baixo volume, vácuo elevado. Geralmente, as fixações são especialmente projetadas para as peças que estão sendo produzidas e, portanto, são necessárias diferentes fixações para cada projeto de peça. As fixações são feitas por entalhes na prancha para fornecer vácuo para a peça. Uma gaxeta geralmente é presa à prancha dentro do contorno externo da parte, para ajudar a manter um bom selamento de vácuo entre a peça e a prancha. Esse tipo de fixação fornece a maior força de fixação da peça.

A prancha Universal a Vácuo é usada em conjunto com uma bomba de volume elevado, baixo vácuo, para fornecer vácuo através de uma estrutura vazada para toda a prancha. O material na prancha será seguro no lugar uma vez que o vácuo seja ligado. A vantagem desta prancha é que ela não requer entalhes para direcionar o vácuo ou gaxeta para assegurar um bom selamento. Como resultado, uma única base de prancha pode ser usada para muitos projetos diferentes de peças. Esta prancha não é recomendada para trabalho com peças pequenas ou peças com superfície ásperas.

Parâmetros de Processamento

Devem ser considerados os requisitos das peças e como elas causam impacto no processamento. O conhecimento sobre a profundidade dos cortes a serem feitos, sobre o raio interno mínimo requerido da peça acabada e sobre os requisitos de qualidade da

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

borda acabada, guiará a seleção da ferramenta e dos parâmetros de processamento.
A potência da máquina e a fixação do trabalho são dois fatores que afetam a quantidade de material que pode ser removida durante cada golpe do cortador. Quando são necessários múltiplos golpes, inicie com um cortador com diâmetro maior para remover o volume de material. Mantenha um raio interno mínimo da peça, em consideração aos golpes secundários e/ou de acabamento. Na maioria d os casos, dois cortadores são usados para trabalhar as peças no formato desejado: um para desbastar e outro para dar acabamento. Em alguns casos, podem ser necessários três cortadores para terminar a peça e conseguir o acabamento de borda e o raio interno desejado.

Condições da Operação

Uma vez que os parâmetros de processamento tenham s ido determinados, deve ser considerado às condições de operação para a fresadora com CNC. Isto inclui ajustes da velocidade da fresa e frequência de alimentação da fresadora através do material. As velocidades rotacionais de 16.000 a 18.000 (RPM) e as frequências de alimentação de 100 a 300 por minuto (IPM) normalmente produzem os melhores resultados com fresas de diâmetro de 0,3 - 9,5 e 12,7 mm. Para fresas menores (1/8” e 3/16”), as velocidades rotacionais de 18.000 a 20.000 RPM, com frequências de alimentação de 100 a 200 IPM produzirão a melhor borda.
É importante notar que os sistemas de coleta de rebarba/pó, bem como os refrigerantes como ar comprimido, refrigerantes mistos e a tecnologia de ar frio/vórtice reduzirão satisfatoriamente a formação de calor e melhorarão a qualidade da borda, bem como prolongarão a vida útil da ferramenta.

Direção da Trajetória

A direção de alimentação apropriada é essencial para um corte uniforme. As fresadoras giram no sentido horário quando vistos a partir da fresa. Isto também é referido como Corte Destro. Se uma fresadora manual é alimentada com a chapa no sentido horário, as bordas de corte da broca puxarão a broca para dentro do trabalho, tornando o controle quase impossível. Este método de entalhe é sugerido como Corte Ascendente. O Corte Ascendente deve somente ser usado em maquinas que têm fresas rígidas. O Corte Ascendente melhorará o acabamento da superfície de trabalho e aumentará a vida

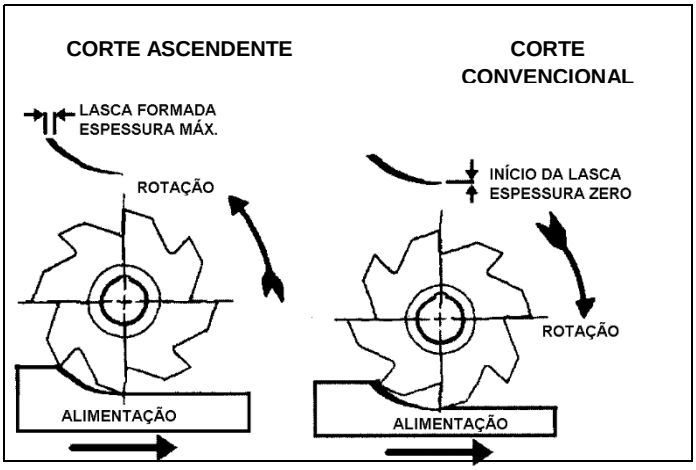
O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

útil da ferramenta.

Nota: este tipo de trabalho somente pode ser feito com maquinário com CNC. O Corte Ascendente não é recomendado para a maioria das aplicações de entalhe.

A direção da alimentação para os cortes externos deve ser anti-horária. Ao entalhar bordas internas, a fresadora deve ser alimentada no sentido horário. Esta prática permitirá que o operador mantenha um controle apropriado da fresa e consiga uma borda uniforme. Este método é sugerido como Corte Convencional.

Nota: o Corte Convencional é o método recomendado para a maioria das operações de entalhe.



Deve ser tomado cuidado com as técnicas e programas de trabalho para conseguir o acabamento desejado.

Vibração

É de suma importância que o equilíbrio da ferramenta, do mandril e da fresa seja mantido, de modo que a vibração seja mínima. Mesmo as pequenas vibrações podem introduzir estresse, que eventualmente resultará em rachaduras ou fraturas da chapa de acrílico durante a fabricação ou uso. A manutenção das fresas e mandris é um fator-chave no controle da vibração. A fresa e o mandril devem ser totalmente limpos toda vez que uma broca for trocada.

Terminologia da Operação e Fórmulas

Borda de Corte – A borda guia do dente do cortador.

Ranhura – O espaço entre a parte de trás de um dente e a face do dente seguinte.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Eixo – A linha reta imaginária que forma a linha centra l longitudinal do cortador.

Ângulo de Hélice – O ângulo que é formado à medida que a borda de corte gira ao redor do lado de fora da ferramenta. Ele é medido com relação ao eixo da ferramenta.

Haste – A parte do cortador que é mantida no mandril, a fim de dirigir a ferramenta.

Diâmetro – A dimensão cilíndrica externa mais larga da ferramenta de corte, medida na borda de corte. O diâmetro do cortador normalmente é ditado pelo projeto da peça. A consideração-chave é a remoção do material. Os passos iniciais de trabalho devem empregar um diâmetro maior do cortador para desbastar a peça. As operações de corte secundárias devem utilizar brocas que combinem o raio apropriado ou deixe a borda e o acabamento de superfície pretendidos na chapa.

Velocidade – Espaço da Superfície por Minuto (SFM) é a velocidade real na qual a borda de corte da ferramenta está golpeando o material. Ela é usada para determinar as revoluções RPM da fresa. Há duas fórmulas que relatam estes dois valores e levam em consideração o diâmetro da broca da ferramenta:

SFM = 0.262 x diâmetro (polegadas) x RPM

RPM = 3.82 x SFM / Diâmetro (polegadas)

Para a maioria das operações, as RPMs comumente variam entre 10.000 a 20.000. Dependendo do diâmetro da broca, a velocidade pode ser baixa – 300 SFM - ou elevada 0 a 2400 SFM, embora seja mais comum de 500 a 1500 SFM. Isto mudará com base na demanda da remoção de material e do acabamento da borda requerido. Este é o primeiro dos três fatores que irão afetar o acabamento do material;

Carga de Rebarba – Polegadas por Dente (IPT) corresponde à quantidade de material removida por cada dente do cortador cada vez que ele entra em contato com o material. Uma carga de rebarba suficiente criará estabilidade entre o cortador e a peça de trabalho.

A carga de rebarba boa para a chapa acrílica é de 1,0 a 3,8 mm.

Frequência de Alimentação – Polegadas por Minuto (I PM) é a distância que a ferramenta de corte percorre ao longo da borda ou superfície do material que está sendo processado em um minuto. A série apropriada da frequência de alimentação pode ser determinada considerando-se a carga de rebarba. Os parâmetros típicos da frequência de alimentação para a chapa Extrudada variam de 100 a 300 IPM. Para estabelecer a frequência de alimentação conhecendo-se a carga de rebarba desejada, o número de

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

bordas de corte na broca e a RPM, use a seguinte fórmula:

IPM = IPT x No de dentes x RPM.

LISTA DE PROBLEMAS, CAUSAS E SOLUÇÕES

Problema	Causa	Solução
Bordas rebarbadas	Ferramenta sem fio	Substitua ou afie a ferramenta.
	Velocidade muito lenta da broca	Aumente a velocidade (RPM).
	Freqüência de alimentação muito rápida	Reduza a freqüência de alimentação (IPM)
	Vibração	Fixe seguramente.
	Rigidez	Verifique a fixação. Montagem inadequada.
	Dano no cortador	Melhore o armazenamento e o manuseio. Os cortadores não devem ser colocados sem proteção em gavetas.
	Mandris defeituosos ou gastos	Substitua-os.
	Mancal gasto	Substitua-o quando o trabalho da ferramenta exceder 0.001-0.002 polegadas.
Trepidação	Rigidez	Verifique se esta presa. Verifique a máquina quanto ao uso. Use a ferramenta de corte mais curta possível.
	Velocidade muito rápida da broca	Diminua a velocidade (RPM).
	Carga de rebarba muito alta	Diminua a alimentação (IPR).
	Fixação	Verifique a movimentação da peça.
Bordas derretidas	Ferramenta sem fio.	Substitua ou afie a ferramenta.
	Velocidade muita lenta de alimentação	Aumente a freqüência de alimentação (IPM).
	Carga de rebarba muito baixa	Aumente a alimentação (IPT).
	Sem resfriamento	Adicione resfriamento a ar ou misto de água.
	Velocidade da broca muito alta.	Diminua a velocidade (RPM).
Acrílico derretido ou rebarbas de acrílico presa na broca	Ferramenta de acabamento	As ferramentas para acabamento permitem que o material venha aderir à borda de corte. Use uma broca com ranhura polida.
Rebarbas amontoadas	Muitas ranhuras na broca	Certifique-se de que o espaço das ranhuras é adequado. Use somente uma ou duas ranhuras.
	Corte afundado	Use broca espiral com duas ranhuras. Ângulo de hélice incorreto.
	Profundidade do corte muito grande	Faça múltiplos golpes.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Problema	Causa	Solução
Quebra da ferramenta	Comprimento da ferramenta excedido	Reduza a freqüência de alimentação. Reduza o comprimento da borda de corte. Aumente o diâmetro do cortador. Reduza a profundidade do corte.
	Rigidez	Verifique a deflexão da máquina e da peça. Assegure que a ferramenta esteja totalmente encaixada no mandril. Use uma broca com diâmetro maior. Use brocas mais curtas.
	Cortador mal alinhado no mandril	Alinhe o cortador.
	Mandril defeituoso ou gasto	Substitua-o.
	Mancal gasto	Substitua quando o trabalho da ferramenta exceder .001-.002 polegadas.
Ferramenta quente	Ferramenta sem fio.	Afie ou substitua a ferramenta.
Metal duro fragmentado	Mandril frouxo	Aperte a haste no mandril.
	Deflexão	Assegure-se que a haste esteja totalmente encaixada no mandril. Use uma ferramenta com diâmetro maior.
	Carga de rebarba incorreta	Aumente o número de ranhuras. Reduza a freqüência de alimentação.
desgaste de uso prematuro	Calor em excesso	Aumente a carga de rebarba (reduza a velocidade da broca ou aumente a freqüência de alimentação).
	Liga da ferramenta	Use uma liga mais resistente (metal duro).
	Refrigerante	Se for usado refrigerante, ele deve ser limpo e de alta qualidade. Use pistola de ar frio ou ar comprimido.

6- ACABAMENTO DA BORDA E DA SUPERFICIE

Este informativo fornece recomendações sobre:

Procedimentos

Fornecedores de equipamentos e materiais Informações sobre segurança

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

PROCEDIMENTOS

Certifique-se de seguir as recomendações de segurança do fabricante dos equipamentos e materiais usados com a chapa acrílica Extrudada.

Tipo de Acabamento

Acabamento	Método
Alto brilho	Polimento
Cetim	Método de Lixamento
Acabado	Raspagem (somente as bordas)
Alto-Médio brilho	Polimento com Chama (somente as bordas)
Acabado e brilho médio	Máquinas de Acabamento das Bordas

Preparação

A quantidade de acabamento requerido para produzir uma borda uniforme e transparente depende da qualidade da borda trabalhada. Uma ferramenta de corte afiada e adequadamente projetada reduzirá a quantidade do trabalho de acabamento necessário.

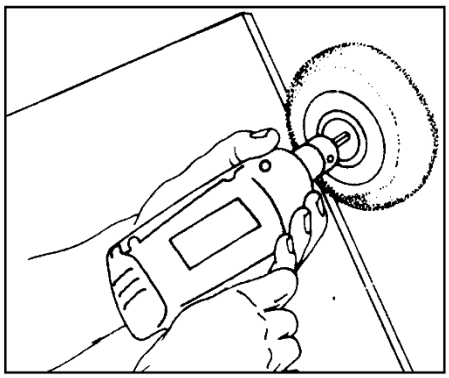
O trabalho de acabamento também é reduzido quando é usado refrigeração líquida com a ferramenta de corte, para prevenir a formação de calor excessivo.

Polimento de Bordas

O polimento cria uma borda mais bem acabada, porém requer mais preparação. Uma borda bem usinada pode ser polida sem lixamento anterior. Porém, um corte a serra deve ser lixado, modelado, fresado ou ser raspado à mão antes de poder ser polido. O polimento da borda é mais bem feito com uma cabeça estacionária de polimento. Use lá de politriz extra limpa com diâmetro de 200 - 300 mm, com tiras enviesadas.

A qualidade do acabamento da borda depende da seleção dos compostos de polimento. O uso de um composto de corte médio fornecerá um acabamento bastante bom em uma operação. Para um polimento de alto brilho, é melhor primeiramente usar um composto de corte rápido para remover todas as marcas do lixamento e, então, um composto de alto brilho, para a operação final de polimento.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.



Tenha cuidado para evitar a formação de calor excessivo ao polir as bordas. Muito calor pode induzir estresse na chapa e eventualmente causar rachadura. Para reduzir ao mínimo a quantidade de estresse, recoza a peça, se possível, após todos os passos da fabricação terem sido completados (inclusive o polimento). Veja o Informativo Técnico – 12 – “Recozimento”, para os procedimentos apropriados.

Polimento de Superfícies

Se as marcas de arranhões ou da máquina não forem muito profundas, a superfície pode ser polida sem lixamento anterior. As luvas usadas para polimento da superfície podem ter diâmetro de 38 - 51 mm. Elas são feitas de lã macia e alvejada para a operação inicial de polimento e de flanela macia para o acabamento final.

Para a primeira operação de polimento, use um composto de polimento fino, dependendo da profundidade dos arranhões.

Ao polir a superfície da chapa, a peça deve ser mantida em movimento o tempo todo. Não use pressão excessiva, pois poderá resultar em amolecimento por superaquecimento.

Lixamento das Bordas

É aconselhado o lixamento úmido para acabamento do acrílico. Normalmente, são usadas lixas d’água de 180 a 320 “com água abundante. Se for manual, use um bloco de lixamento para manter as bordas uniformes. Deve ser aplicada apenas uma leve pressão ao lixar com lixadeira elétricas, a fim de minimizar o calor da fricção, que pode causar adesão pelo superaquecimento do acrílico. Siga os procedimentos para “Polimento de Superfícies”.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Lixamento das Superfícies

Uma superfície arranhada não deve ser lixada, a menos que as imperfeições sejam muito profundas para serem removidas somente pelo polimento. Se for requerido lixamento, é recomendado o lixamento úmido. A aplicação de água torna possível produzir um acabamento uniforme, porque pode ser usada uma lixa fina. Sem água, esta mesma lixa fina pode saturar e superaquecer o acrílico.

Para arranhões muito profundos, uma lixa d'água de 240 ou 320 será suficiente para iniciar o processo de lixamento. Depois de enxaguar, o primeiro passo deve ser seguido por lixa d'água de 400 ou 600. Certifique-se de usa r água em abundância e enxaguar frequentemente a lixa. Com lixadeiras elétricas, deve ser aplicada apenas uma leve pressão para reduzir a fricção. Siga os procedimentos para "Polimento de Superfícies" para um acabamento superior.

Raspando as Bordas

A técnica de polimento mais fácil é a raspagem. Um raspador pode ser qualquer pedaço de metal com uma borda chata e afiada. Existem ferramentas especiais para raspagem disponíveis no mercado. Seja qual for à ferramenta utilizada, ela deve ter uma borda quadrada e afiada.

A raspagem manual é uma alternativa e ou lixamento para preparar as bordas para o polimento. Usado juntamente com o polimento com chama, são conseguidas bordas de alto brilho, porém sem a uniformidade das bordas lixadas e polidas.

Fixe o trabalho verticalmente. Inicie na parte de trás da borda com o raspador inclinado a 45º e arraste com velocidade e pressão uniformes para frente. Deve ser removida uma tira uniforme. Siga o procedimento de polimento da borda para um acabamento superior.

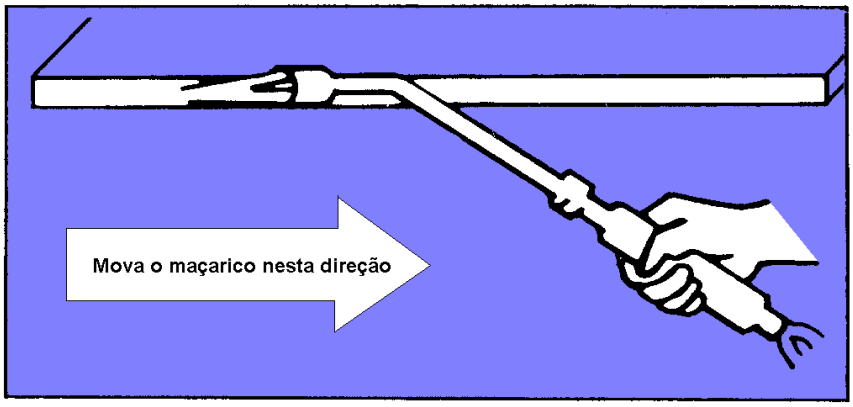
Polimento das Bordas com Chama

O polimento com chama deve ser feito com um maçarico de soldagem de oxigênio-hidrogênio. A chama deve ser azulada, quase invisível, com aproximadamente 75 mm de comprimento e estreita. Segure o maçarico no ângulo mostrado e arraste a chama ao longo da borda da chapa. A prática ajudará a estima r a velocidade e a distância. Se a primeira passada não produzir uma borda totalmente polida, deixe a peça esfriar e,

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

então, tente novamente.

O aquecimento súbito da chapa, no polimento com chama, induz um alto grau de estresse dentro dela.



Polimento com chama

Após o polimento com chama, recoza a peça. Isto diminuirá a quantidade de estresse e reduzirá ou prevenirá as rachaduras com o tempo. Veja o Informativo Técnico – Capítulo 12 – “Recozimento”, para os procedimentos apropriados.

Acabamento das Bordas com Máquinas

As máquinas comercialmente disponíveis para polimento das bordas oferecem um método rápido de obter bordas uniformes sem lixar o u recortar. Os acabamentos variam desde bordas uniformes com leves marcas das máquinas, até bordas uniformes, quase polidas, dependendo do projeto de máquina e das ferramentas de corte utilizadas. As máquinas para acabamento das bordas são ideais para colagem ou polimento com chama, porém são perigosas e requerem alguma alteração adicional para torná-las seguras para o uso.

Deve-se tomar cuidado para ajustar a frequência de alimentação, a fim de eliminar a fragmentação e a fusão. As frequências de alimentação muito rápidas resultarão em fragmentação, enquanto que as frequências de alimentação muito lentas resultarão em derretimento. As maquinas para acabamento das bordas variarão quanto ao diâmetro do cortador e à velocidade da rotação. Em geral, as máquinas com cortadores e velocidades de rotação maiores permitirão maiores frequências de alimentação sem fragmentação.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

LISTA DE PROBLEMAS, CAUSAS E SOLUÇÕES

Problema	Causa	Solução
Borda sem brilho após polimento com chama	Pontos falhos	Espere esfriar e use novamente a chama. Troque o tamanho da ponta do maçarico.
	Muito calor	Aumente a freqüência da passada.
Borda chamuscada	Sujeira ou contaminação	Limpe com um pano limpo antes de usar a chama.
	Combustível errado	Use uma mistura de oxigênio/hidrogênio.
Formação de bolhas na borda	Muito calor	Veja acima.
	Umidade na chapa	Seque antes a chapa.
Quebra após o polimento com chama	Limpador incompatível utilizado antes ou após a chama.	Use um limpador aprovado.

7- DOBRA A QUENTE

Este informativo fornece recomendações sobre:

Equipamento

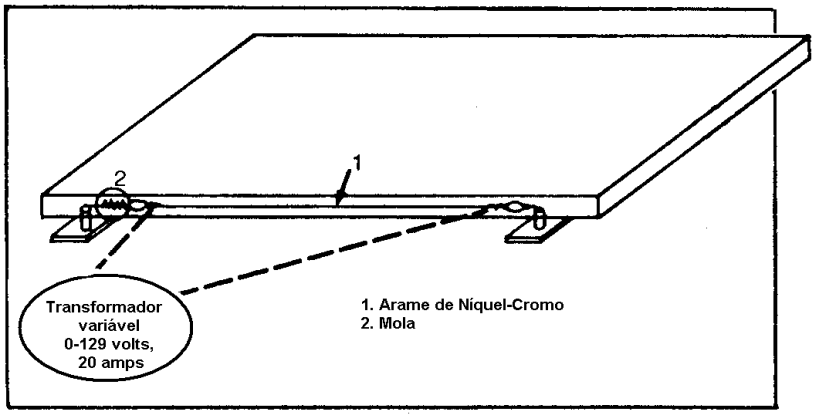
Procedimentos

Lista de Problemas, Causas e Soluções

Informações sobre Segurança

EQUIPAMENTO

Aquecedor de Arame Reto de Resistência de Níquel-Cromo:



O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Para dobrar a chapa acrílica Extrudada com espessura até 3 mm, a peça de equipamento mais comumente usada é o aquecedor de arame de resistência de níquel-cromo. A unidade funciona de forma similar a uma torradeira elétrica caseira, passando eletricidade através do arame.

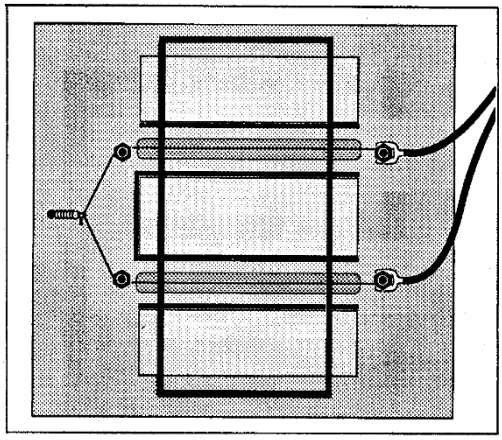
Você poderá dobrar chapa mais espessa que 3 mm neste equipamento, porém o acrílico deverá ser virado na metade do ciclo de aquecimento, para se ter um bom aquecimento. Ao construir o aquecedor, use madeira compensada para a base. A superfície superior deve ser uma prancha de isolamento ou chapa de alumínio para fornecer uma superfície uniforme, ajudando a prevenir as marcas sobre a chapa, como resultado do contato. O alumínio é selecionado como a alternativa de metal porque ele é durável e não absorve o calor transmitido.

O elemento de aquecimento é um arame de calibre 17 de níquel-cromo. Conecte o arame a um transformador variável de 120 V, e 20 A. Coloque uma mola, como mostrado, para manter o arame sob tensão. Deixe um espaço ao redor do arame para que o ar flua livremente, a fim de ajudar a transferência de calo r do arame para a peça. Posicione o arame de modo que ele fique no mínimo a 6 mm da chapa durante o aquecimento.

Isolamentos de cerâmica são úteis para apoiar o arame a uma altura consistente da base.

AVISO: um arame de níquel-cromo desprotegido traz risco de choque/combustão. Use proteção para prevenir o contato com o arame.

Aquecedor de Arame com Resistência de Níquel-Cromo



Para realizar múltiplas dobras, modifique o aquecedor como mostrado acima. Onde o arame faz junção com a mola, inclua um anel de isolamento. Eleve a base da unidade de

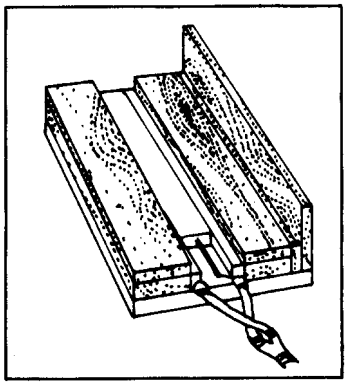
O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

modo que o ar de convecção de baixo flua através das ranhuras feitas na base, como mostrado.

Arame de Resistência em Espiral

O arame de resistência em espiral pode ser substituído pelo arame reto como o elemento de aquecimento. Devido ao arame espiralado ter que ser apoiado e devido à dificuldade de posicionar uniformemente as espirais, as temperaturas podem variar pela extensão da chapa, causando estresses e distorção inconstantes. Veja a seção a seguir intitulada dobra de Linha com Arame de Resistência em Espiral.

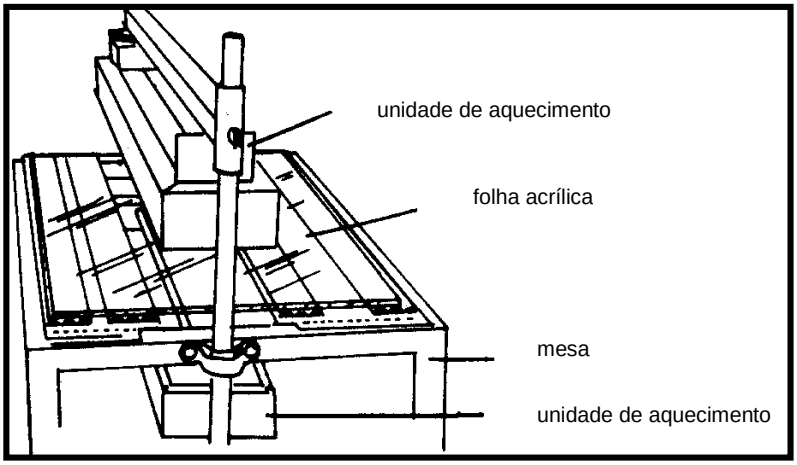
Aquecedores de Barras Tubulares



Para aquecer chapas mais espessas que 3 mm, use um aquecedor de barras tubulares, com a barra de aquecimento, como o elemento de aquecimento de um fogão elétrico.
Forneça energia para o aquecedor através de um transformador variável. Coloque um refletor, preferivelmente de conduíte de alumínio para uma boa reflexão, sob a barra. Para ciclos de aquecimento mais curtos, monte os aquecedores em cima e embaixo da chapa.
Use apoios de água resfriada para evitar marcas sobre o acrílico.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Aquecedores de Tubos de Quartzo Radiante



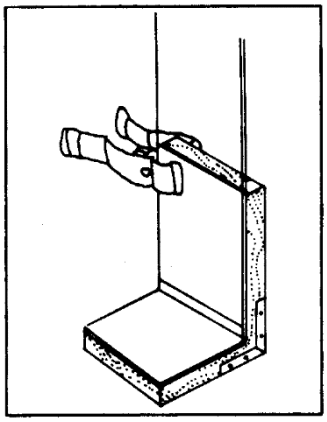
Os aquecedores de tubo de quartzo estão entre as fontes mais eficientes de energia radiante. Eles parecem lâmpadas finas de luz fluorescente. Estas unidades fornecem capacidade para dobrar as chapas Extrudadas com 6 mm de espessura ou mais. O aquecedor consiste de um arame de resistência em espiral alojado em um tubo de vidro coberto com quartzo.

Use um refletor com o aquecedor de tubo de quartzo para um aquecimento mais eficiente.

Para ciclos de aquecimento mais curtos, monte os aquecedores acima e abaixo da chapa.

Forneça energia ao(s) aquecedor(es) com um transformador variável.

Moldes com Resfriamento



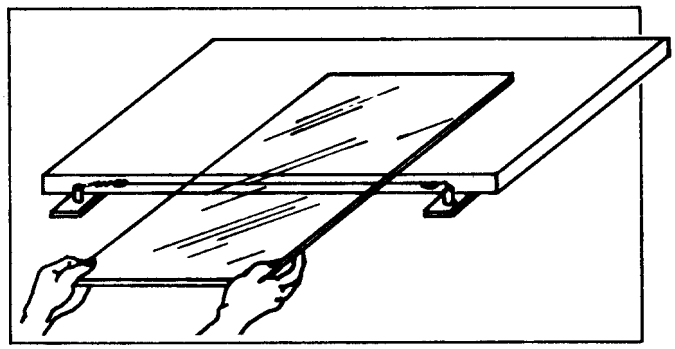
O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Usando um molde com resfriamento como o mostrado acima você assegurará que a sua curvatura está em um ângulo apropriado e prevenirá que a peça volte para o seu formato original. Este é um molde para inclinações de 90º, que pode ser modificado de acordo com a demanda. Um molde com resfriamento que exponha ambos os lados da chapa aquecida ao ar acelerarão o resfriamento e reduzirá o estresse.

PROCEDIMENTOS

Certifique-se de seguir as recomendações de segurança do fabricante dos equipamentos e materiais usados com a chapa acrílica.

Dobra com um Aquecedor de Arame Reto de Níquel-Cromo



Aqueça o material até que ele se curve facilmente. A experiência irá ensiná-lo quanto tempo você deve aquecer cada peça. Não superaqueça ou deixe a chapa diretamente sobre o elemento de aquecimento, caso contrário aparecerão bolhas e/ou marcas na chapa.

Dobre a peça aquecida com o formato desejado e coloque-a rapidamente no molde de resfriamento. Fixe a peça no molde com pesos ou prendedores. Normalmente, o tempo de resfriamento se iguala ao tempo de aquecimento.

Ao dobrar com um único elemento de aquecimento, certifique-se de dobrar do lado oposto ao lado aquecido. Por exemplo, se o arame de níquel-cromo está em baixo, dobre para cima.

Encurvamento com Aquecedor de Resistência em Espiral

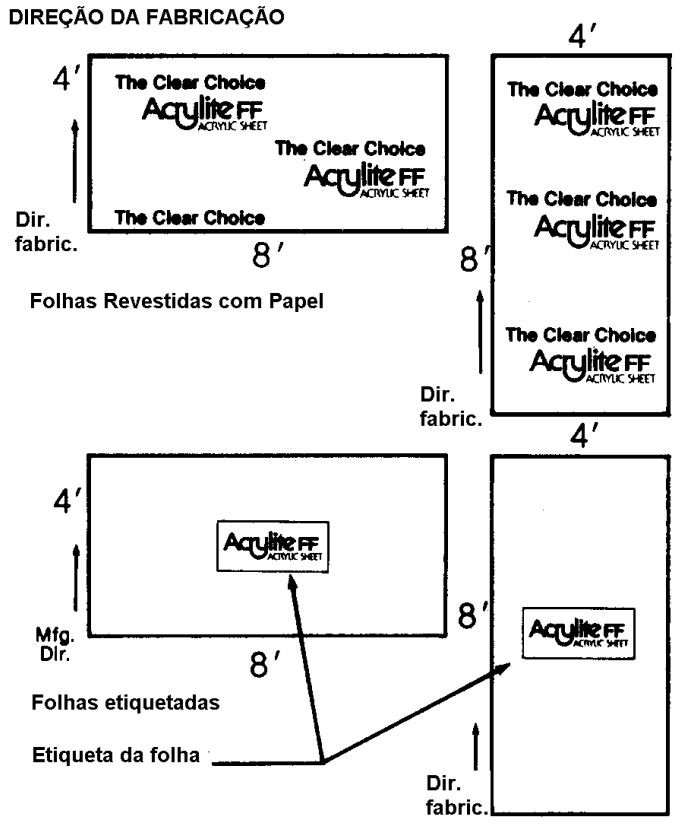
Siga os procedimentos acima para a dobra com aquecedor de arame reto. Vire a peça

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

para cima enquanto está aquecendo, a fim de preveni r estresses irregulares na área da curva.

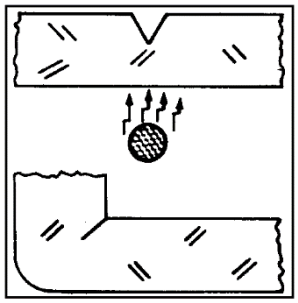
Dobra de Linha Longa

Quando uma linha de dobra excede 600 mm de comprimento, há uma tendência da peça arquear sobre a dobra. Isto também pode acontecer quando uma dobra é feita próxima da borda da chapa. Para minimizar o arqueamento, restrinja a largura da área aquecida ou um “V” na chapa ao longo da linha de dobra desejada, como mostrado mais adiante, na figura da seção dobra de Linha Fechada. Quando uma dobra de linha excede 900 mm de extensão, a peça tende a se encurvar desigualmente (onda leve) ao longo da dobra, devido à contração. Para minimizar esta tendência, faça a dobra perpendicular à direção da fabricação. Você pode determinar a direção da fabricação quando a etiqueta ou o papel de revestimento ainda estiver afixado à chapa. Se houver uma etiqueta, a direção da fabricação é do topo para a base. Se o papel de revestimento ainda estiver sobre a chapa, a direção da fabricação é do topo para a base, com você lendo as palavras sobre o revestimento.



O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Dobra de Linha Fechada



Para dobras de linhas fechadas sem deflexão, uma boa ideia e fazer um corte em “V” na chapa, como mostrado acima. Use uma fresa ou uma serra de bancada, fazendo dois cortes opostos de 45º. O corte em “V” na chapa reduz o corte transversal do material no ponto de dobra, reduzindo os estresses e tornando a dobra mais fácil. Um aquecedor de arame embaixo do corte ajudará a fazer a dobra de ângulo fechado sem deflexões ou arqueamentos.

Dobra com Aquecedor Tubular

Dobre as peças como descrito acima. A chapa deve estar a, no mínimo, 13 mm da barra, para evitar superaquecimento.

Dobra com Aquecedores de Tubos de Quartzo

Dobre as peças como descrito acima. A chapa deve estar a, no mínimo, 13 mm da barra, para evitar superaquecimento.

Dobra Suave

Mudando a distância entre os apoios, o trabalhador pode aumentar ou diminuir a extensão da área aquecida, assim variando a curvatura. Desde modo, a peça pode ser dobrada com uma curva suave, ao invés de uma curva em ângulo reto.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

LISTA DE PROBLEMAS, CAUSAS E SOLUÇÕES

Problema	Causa	Solução
Formação de bolhas ou borbulhamento	Superaquecimento	Diminua o calor. Inverta ou vire a peça. Aumente a distância chapa-aquecedor.
	Material úmido	Pré-seque a chapa.
Enrugamento	Calor reduzido	Aumente a área aquecida. Aumente o raio da curva (raio da curva no mínimo duas vezes a espessura da chapa).
	Peça dobrada do lado errado	Dobre no sentido oposto ao lado aquecido.
Marcas aleatórias sobre a superfície da chapa	Contato da superfície	Evite o superaquecimento. Cubra o molde com feltro. Reduza as áreas de contado no molde de resfriamento.
Efeito dobra	Estresses das áreas aquecidas e não aquecidas	Use um arame de níquel-cromo reto para diminuir a extensão da área aquecida. Projete uma curva inversa no molde de resfriamento. Aqueça a peça inteira em forno. Faça um corte em “V”.
	Contração inerente na chapa	Dobre a chapa perpendicularmente à direção da fabricação.

8- COLAGEM

Este informativo fornece recomendações sobre:

Equipamento e Materiais

Procedimentos

Lista de Problemas, Causas e Soluções

Informações sobre Segurança

EQUIPAMENTO E MATERIAIS

A chapa acrílica Extrudada pode ser facilmente colada a ela mesma ou a outras superfícies acrílicas com vários adesivo-solventes comercialmente disponibilizados.

Todos os adesivos devem ser usados somente em áreas bem ventiladas, com

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

equipamento protetor adequado, como recomendado pelo fabricante. Também, antes de usar qualquer solvente ou adesivo, obtenha e revise os Dados de Segurança do Material, disponibilizados pelo fabricante.

Se as junções a serem coladas forem difíceis de serem conseguidas ou as peças não se ligarem precisamente, você pode preferir usar um adesivo viscoso, também facilmente encontrado no mercado.

Outros itens necessários são um aplicador de adesivo solvente (recipiente com ponta em formato de agulha mostrado na figura abaixo), pinos ou prendedores e tanques para banho ou lavagem. O recipiente de plástico com ponta em formato de agulha é usado para colagem capilar e os tanques servem para lavar ou molhar a colagem. Você também pode necessitar de moldes, prendedores e pesos de tamanhos e formatos apropriados para as peças a serem coladas.

PROCEDIMENTOS

Observe estas precauções básicas ao trabalhar com solventes de acrílico:

- Trabalhe em uma área bem ventilada.
- Não fume. Os solventes são altamente voláteis e podem ser inflamáveis. Proteja a pele em contato com os adesivos e solventes.
- Não tente colar a chapa acrílica quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 15ºC ou acima de 38ºC. As temperaturas entre 20ºC e 25ºC são ideais.

Certifique-se de seguir as recomendações de segurança do fabricante para os equipamentos e materiais usados com a chapa.

Preparação

O primeiro passo é preparar a área a ser colada. As bordas devem estar cortadas e/ou usinadas de modo apropriado. Se foi usada uma lâmina cega para um corte com serra, resultando em uma borda rebarbada ou fundida, o contato entre a borda serrada e o solvente pode resultar em rachadura do material. Dê acabamento em todas as bordas ásperas. Se você não puder fazer isto, lixe com lixa d'água as bordas com uma superfície ou bloco plano.

Não pula as bordas que serão coladas. O polimento produzirá uma borda convexa com

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

cantos arredondados e resultará em uma junção fraca e de má aparência. Também, uma borda polida com chama pode rachar quando em contato com o adesivo ou solvente.
Também pode ocorrer rachadura se o estresse da fabricação for elevado. Para eliminar tais estresses, recoza a peça a 80ºC. O tempo de aquecimento e o tempo de resfriamento em horas devem ser iguais em relação à espessura do material em milímetros, até 6 mm. Por exemplo, você deve aquecer uma chapa com 3 mm d e espessura por 3 horas e deixá-la esfriar gradualmente por 3 horas.
Para uma chapa mais fina, o tempo de aquecimento não deve ser menor que 2 horas.
Não é necessário aquecer uma peça por mais de 6 horas. Embora não seja prejudicial se o tempo de aquecimento for estendido. Lembre-se: cada hora de aquecimento requer a mesma quantidade de hora de resfriamento.

Colagem Capilar

A colagem capilar provavelmente é o modo mais popular de junção da chapa acrílica. Ela funciona por causa da capacidade que o adesivo tipo solvente de baixa viscosidade possui para fluir através da área de junção pela ação capilar. Se realizada adequadamente, a colagem capilar produz uma junção forte e transparente.
Consulte-nos para recomendações do tipo de adesivo a ser utilizado.
Antes de usar qualquer solvente ou adesivo, obtenha e revise os Dados de Segurança do Material, disponibilizados pelo fabricante. Além disso, o local deverá ter ventilação adequada e as diretrizes do fabricante para o uso apropriado devem ser seguidas ao usar os solventes.
Para a colagem capilar, primeiramente certifique-se de que todas as peças se encaixam adequadamente. Então, junte as peças com uma fita ou prenda-as em um molde que irá apoiar as peças e as manterá firmemente no lugar.
Ao colar com solvente a chapa acrílica, mantenha a junção no plano horizontal e espace as duas bordas com calços. Use calços de 0.10 mm com chapas de 6mm de espessura ou mais finas e calços de 0.2 mm com chapas com espessura maior que 6 mm. Insira os calços a cada 60 cm para as bordas longas.
Deixe o adesivo ensopar as bordas por 45 - 60 segundos antes de remover os calços.
Neste ponto, as superfícies ficarão macias. Aplique uma pequena pressão, de aproximadamente 50 -100 g/cm2 por 3 minutos, até que a junção esteja completa.

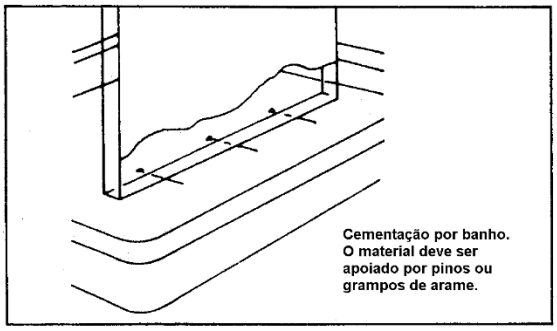
O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Se o adesivo não fluir completamente para dentro da junção, incline muito levemente a peça na vertical (aproximadamente 1º) para o lado externo. Isto permitirá que o solvente flua livremente para dentro da junção. Então, incline a peça de volta novamente.

A liga inicial se forma de 5 a 10 segundos. Espere 3 horas antes de proceder ao processamento subsequente. Uma grande resistência é conseguida em 24 - 48 horas. A resistência continuará a ser formada por várias semanas.

Colagem por Banho

Coloque uma quantidade moderada de solvente em um tanque. Mergulhe a borda de uma das peças a serem juntadas diretamente no solvente, como mostrado. É importante que somente a borda seja mergulhada – a exposição ao solvente de uma área muito grande irá produzir uma junção fraca e de fixação lenta.



Cementação por banho. O material deve ser apoiado por pinos ou grampos de arame.

Deixe a peça no solvente por 20 segundos para uma chapa fina, e 30 segundos para um material relativamente espesso. O tempo varia de acordo com o solvente e os requerimentos de resistência da junção. A experiência o ajudará a planejar o tempo de mergulho correto.

Quando você remover a chapa do adesivo, segure-a por alguns segundos em um pequeno ângulo, para permitir que o excesso de solvente escorra. Cuidadosa, porém rapidamente, coloque a borda ensopada precisamente no lugar em que ela será juntada na outra parte. Segure as peças juntas por aproximadamente 30 segundos, sem aplicar pressão. Isto permitirá que o solvente trabalhe na superfície da peça que não foi mergulhada.

Após 20 segundos, aplique alguma pressão – apenas o suficiente para comprimir as bolhas de ar. Não aplique muita pressão, visto que isto irá drenar o adesivo para fora da junção. Quando as peças estiverem unidas, deverá ser colocada em um molde ou

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

prendedor para manter contato firme por 10 a 30 minutos. Não deixe que as peças se movam durante este tempo crítico.

A liga inicial se forma em 5 a 10 segundos. O processamento subsequente pode ser realizado após 3 horas. A liga atingirá uma alta resistência em 24 a 48 horas. A resistência continuará a ser formada por várias semanas.

Colagem Viscosa

Use adesivos viscosos para ligar peças que não podem ser facilmente coladas pelos métodos anteriormente citados (capilar ou por banho), seja porque as junções são difíceis de serem conseguidas ou porque as bordas não se encaixam bem. O adesivo viscoso é espesso. Ele irá preencher as pequenas folgas e tornar as junções fortes e transparentes.

Você pode fazer seu próprio adesivo viscoso, dissolvendo rebarbas da chapa acrílica em uma pequena quantidade de solvente. Deixe a solução descansar por uma noite em um recipiente firmemente tampado.

Remova o revestimento ao redor da área e aplique cuidadosamente o adesivo em um lado da junção, por meio de pincel, espátula ou aplicador de adesivo. Então, gentilmente, junte as peças como, descrito na seção “colagem por banho”.

Pode ser aplicada uma fita resistente a solvente para proteger a área ao redor da junção, mas ela deve ser cuidadosamente removida após aproximadamente 5 minutos, enquanto o adesivo ainda estiver úmido. Não toque nas peças pelos menos por 3 minutos críticos ou a junção não será fixada. A peça pode ser cuidadosamente movida após 10 minutos.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

LISTA DE PROBLEMAS, CAUSAS E SOLUÇÕES

Problema	Causa	Solução
Bolhas na junção	Superfície desigual	Verifique a preparação da junção quanto ao nivelamento. Use adesivo viscoso.
Rachadura	Estresse no material	Use resfriamento com água ao lixar, etc. Trate as áreas curvadas aquecidas. Seque antes de polir com chama. Use ventilação apropriada ao colar.
Esbranquiçamento da junção (adesivo de solvente)	Água no adesivo	Substitua o adesivo
	Evaporação rápida do adesivo	Reduza a taxa de evaporação adicionando ácido acético glacial (1% - 3%).
Junções fracas	Superfície desigual	Verifique a preparação da junção quanto ao nivelamento. Use adesivo viscoso.
	Problema do adesivo	Verifique os métodos de armazenamento do adesivo. A evaporação do solvente pode alterar as propriedades do adesivo.

9- PINTURA

Este informativo fornece recomendações sobre:

Equipamento

Procedimentos

Lista de Problemas, Causas e Soluções

Informações sobre Segurança

EQUIPAMENTO E MATERIAIS

A chapa acrílica cristal tem uma resistência a intempéries por longo prazo a chapa acrílica Extrudada permite a pintura e impressão de produtos para comunicação visual, sinalização, mostradores e outros itens decorativos. O uso dos materiais corretos ajudará a produzir um produto de qualidade.

Tintas

O uso da chapa Extrudada em sinais e outras aplicações decorativas, tem levado a indústria de tintas a desenvolver produtos especial mente para acrílicos. A maioria é

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

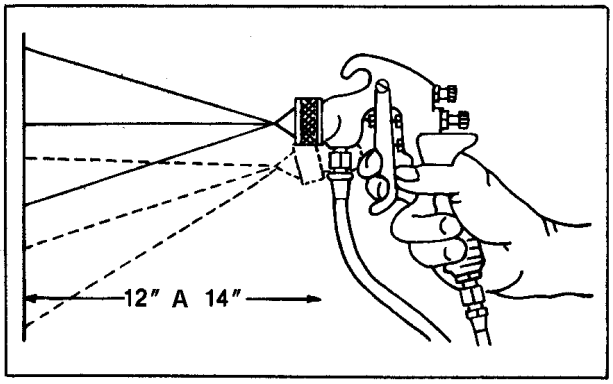
fornecida concentrada e requer thinner para a obtenção da viscosidade correta. Como regra, use um thinner leve, constituído de uma mistura de álcool, ao invés de um thinner contendo hidrocarbonetos aromáticos. O benzeno e o tolueno são dois bons exemplos. Siga as recomendações dos fabricantes da tinta quanto à quantidade e tipo de thinner.

A extraordinária transparência da chapa Extrudada permite a pintura da parte posterior à aplicação de tinta no lado do material que não será exposto às intempéries.

Assim, a superfície externa não pintada do acrílico fornece proteção para a pintura contra as intempéries. Porém, se você pintar a superfície externa, aplique uma cobertura protetora sobre a tinta. Os fornecedores de tinta podem recomendar a cobertura mais apropriada.

Sistemas de Spray

Pode ser usado qualquer sistema de pistola de spray eficiente, que distribua uniformemente a tinta. Consulte os fornecedores de equipamento quanto ao equipamento necessário para uma aplicação particular. Muitos fornecedores de tinta também publicam excelentes manuais, que fornecerão sugestões atualizadas sobre equipamentos.



Para obter ar pulverizado suficiente, a pressão da linha disponível deve variam entre 60 - 90 PSI. Use uma mangueira de 800 mm, com diâmetro mínimo de 8mm, para evitar a queda de pressão na linha. O compressor de ar deve ser grande o suficiente para fornecer o volume e a pressão requeridos para todas as pistolas. É importante controlar a água e o óleo na pulverização de ar, (os mesmos são gerados pelo compressor) visto que isto manchará a pintura e causará uma distribuição não uniforme.

A limpeza do equipamento é crucial para a dispersão uniforme da tinta. Coloque filtros

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

de tela de metal no tanque de pressão e na pistola. Limpe diariamente estes itens e a pistola de spray.

Instale uma cabine de spray grande o suficiente para comportar suas peças de trabalho. Certifique-se de que ela seja adequadamente ventilada, de acordo com as regulamentações locais. É importante usar uma boa fonte de iluminação para verificar a uniformidade da tinta sobre os acrílicos transparentes.

PROCEDIMENTOS

Certifique-se de seguir as recomendações de segurança do fabricante dos equipamentos e materiais usados com a chapa acrílica.

Técnicas de Pintura

Se você processar a chapa Extrudada antes de pintar, as técnicas incorretas podem causar formação de calor, resultando em crazing (numerosas rachaduras pequenas no material) após a pintura. Os Informativos Técnicos – 2 a 8 discutem muitos aspectos do trabalho. Para assegurar que não ocorrerá rachadura, revise estes informativos para garantir que suas condições de processamento estão corretas.

Limpeza

Limpe a chapa antes de pintar, para remover a poeira e assegurar a aderência da tinta. Visto que a chapa acrílica é sensível a solventes, como os hidrocarbonetos aromáticos, álcoois concentrados e cetonas, tenha cuidado na limpeza.

Limpe as peças com uma solução de álcool (25%) e água destilada (75%). Para manchas de óleo ou graxa, use um agente de limpeza mais forte, como hexano, nafta alifática ou querosene. Certifique-se de que a chapa esteja totalmente limpa e seca antes de pintar.

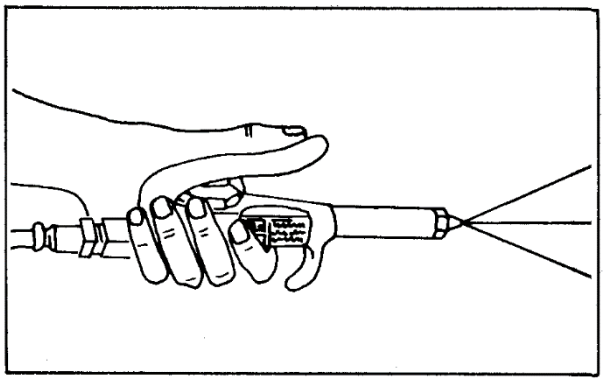
Neutralização Estática

Antes de pintar, é importante neutralizar as cargas elétricas ou estáticas que se acumulam sobre a superfície da chapa. A poeira na chapa causa aglomeração e camadas desiguais de tinta. Visto que a remoção do filme de proteção da chapa criará carga estática, todas as peças de acrílico devem ser tratadas.

Um modo comum de fazer isto é com uma pistola de ar ionizado. Estas pistolas

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

neutralizam segura e efetivamente as cargas elétricas. As técnicas alternativas como a limpeza da chapa com um pano limpo, sem fibras, ou limpar com uma solução de álcool diluído em água – também são efetivas.



Evite os limpadores antiestáticos em forma líquida, visto que eles podem deixar resíduos e causar problemas de adesão da tinta.

Isolamentos

O filme protetor de papel geralmente é usado como uma camada protetora para as tintas em spray. Porém, muitos fabricantes de tinta também distribuem líquidos para isolamento, que são comumente usados para desenhos em spray na chapa(película). O isolante é fornecido como um líquido consistindo de soluções de resinas de látex solúveis em água. Devido a eles serem solúveis em água, os isolantes devem ser armazenados acima de 0ºC, a fim de prevenir o congelamento. A aplicação é através do uso de equipamento de spray pulverizador atomizado. Pode ocorrer obstrução devido á película seca estar misturado com a solução. Para prevenir isto, obtenha um bico especial, que reverte o fluxo do produto e limpa a obstrução. Estes bicos são disponibilizados pelos fornecedores de equipamento de pintura, para formar uma película úmida com espessura de 0,25-0,30 mm, que após seco terá 0,10-0,12 mm.

Revestimento Secante

O tempo de secagem é de aproximadamente 2 horas, embora seja melhor planejar a secagem durante a noite, para assegurar a evaporação completa. A secagem pode ser acelerada pelo uso de aquecimento de ar forçado a 43ºC – não ultrapasse esta temperatura, pois poderá secar a superfície e impedir a evaporação da água nas

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

camadas inferiores.

Deixe a película seca no local até que você esteja pronto para pintar, a fim de prevenir o acúmulo de poeira sobre a superfície do acrílico. Logo antes de pintar, marque o projeto sobre a película usando uma lâmina (disponível em lojas de materiais artísticos), pressionando para cortar a mesma sem arranhar a chapa. Após pintar, deixe a película no local até que a tinta esteja totalmente seca. Caso contrário, você terá uma pintura manchada e bordas desiguais.

Pintura

Antes de pintar, pratique em algumas peças de teste para assegurar que a viscosidade da tinta e a pressão de ar estão corretas. Uma frequência de liberação muito alta resultará em muita tinta, causando defeitos na pintura. Isto também pode causar rachadura devido ao excesso de solvente. Uma frequência de liberação muito baixa resultará em “spray seco”, uma superfície áspera.

Como regra, use uma pressão mais baixa possível, na qual você obtém resultados satisfatórios. Segure a pistola a 300 - 350 mm da peça de trabalho – muito perto ou muito longe causará os defeitos acima listados. Mova a pistola em ritmo uniforme e em linha reta. Seu movimento nunca deve começar ou parar diretamente sobre a superfície da chapa. Varie a direção do spray, horizontal ou verticalmente, para assegurar uma cobertura uniforme. Geralmente, 4 ou 5 passadas com tempo suficiente entre as camadas fornecerão uma pintura eficiente. Como mencionado, uma boa fonte de luz por trás da chapa ajudará a verificar a uniformidade e intensidade da cor.

Impressão com Tela

A impressão com tela é usada para produção em volume. Ela é rápida e econômica.

Após ajustar, aplique a tinta com um rodo em movimentos uniformes, em uma direção. Ela passará através da malha aberta sobre a tela, transferindo o padrão para o acrílico. Os fatores mais importantes no processo de impressão d e tela são a viscosidade da tinta e o tamanho da malha da tela (mesh). Estes irão determinar o fluxo de tinta através da tela e a aparência da tinta sobre o acrílico.

Visto que são usados muitos tecidos diferentes para este trabalho e que a viscosidade da tinta depende das condições de aplicação e da temperatura, é difícil generalizar como

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

estas condições devem ser. Os fabricantes de tintas fornecem conselhos sobre a diluição de tinta. Consulte estas empresas, se você necessitar de informação.

Remoção da Tinta

Se você precisar remover a tinta da superfície da chapa, faça-o imediatamente com o limpador recomendado pelo fabricante da tinta. Aplique o removedor usando um pano. Devido ao removedor de tinta conter solventes orgânicos, minimize o tempo em que o removedor fica em contato com o acrílico, a fim de reduzir o risco de rachadura.

LISTA DE PROBLEMAS, CAUSAS E SOLUÇÕES

Problema	Causa	Solução
Revestimentos		
Isolamento fraco e quebradiço	Bolhas de ar na película	Dilua levemente.
	Película não totalmente seco	Espere o tempo de secagem recomendado.
	Película de revestimento muito fino	Aumente a espessura da película para 0,10-0,12 mm (0,25-0,30 mm úmido).
Muita adesão	Película de revestimento muito fino	Aumente a espessura da película para 0,10-0,12 mm (0,25-0,30 mm úmido).
	Cobertura exposta a UV	Não armazene exposta a intempéries.
Tintas em Spray		
Adesão fraca	Tinta incorreta	Use as tintas recomendadas para uso com acrílico.
	Resíduo ou sujeira na chapa	Limpe totalmente a chapa antes de pintar.
Manchas de tinta	Eletricidade estática	Neutralize as cargas com pistola ionizado ou limpe com um pano umedecido.
	Aplicação desigual da tinta	Aplique a tinta em mais passadas usando menos tinta por passada.
	Tinta não aplicada uniformemente	Coloque luz por trás da chapa para verificar a tinta à medida que ela está sendo aplicada.
Pintura com Tela		
Detalhes insatisfatórios	Malha da tela muito grossa	Use uma tela mais fina.
	Tinta muito diluída	Use menos thinner.
	Tela gasta	Substitua a tela.
Tinta secando sobre a tela	Muito tempo decorrido entre os trabalhos	Encharque a tela entre as passadas.
Rachaduras	Estresse de fabricação	Reveja as técnicas de fabricação – Capítulos 2 a 8.
	Polimento com chama	Polimento com chama como último passo.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Os problemas listados representam os mais comuns ao pintar a chapa. Á maioria dos fabricantes de tintas publicam manuais de pintura excelentes, que contêm muita informação detalhada sobre problemas de pintura, Consulte estes manuais ou o fabricante de tinta com relação aos problemas não encontrados aqui.

10- TERMOFORMAGEM

A limpeza do local é um fator importante na determinação da qualidade das peças obtidas. É vital que as áreas de termoformagem sejam mantidas limpas o tempo todo, caso contrário, a sujeira e outras partículas afetarão a qualidade da superfície do produto acabado.

O QUE É TERMOFORMAGEM?

Termoformagem se refere ao processo de aquecimento e moldagem da chapa acrílica em um molde. A termoformagem pode variar em complexidade desde as operações manuais até aquelas em larga escala, altamente automatizadas.

TERMOMOFORMAR

A termoformagem oferece vantagens de processamento em relação a processos competitivos, como a injeção e sopro. São necessárias pressões de formagem relativamente baixas e podem ser fabricados tamanhos grandes com economia. Visto que os moldes são expostos a forças relativamente baixas, eles podem ser feitos de materiais baratos. Portanto, o tempo de fabricação do molde é muito rápido. A termoformagem geralmente é selecionada para fabricação de protótipos e peças de exposição devido aos baixos custos de fabricação de moldes. Porém, à medida que os volumes das peças aumentam, o processo de injeção se torna mais econômico. A seguir encontra-se uma tabela que compara os custos da fabricação de uma peça usando a termoformagem e a injeção:

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

	Termoformagem	Injeção
Custo total ($)	5,000	37,500
Custo/500 ($ cada)	16.66	78.07
Custo/5000 ($ cada)	6.95	10.37
Custo/10.000 ($ cada)	6.40	6.53
Custo/20.000 ($ cada)	6.10	4.65

PROPRIEDADES DO MATERIAL

A chapa acrílica cell cast, como a chapa acrílica Extrudada, tem peso molecular elevado, enquanto que uma chapa como a chapa acrílica, tem peso molecular muito inferior. O acrílico com peso molecular mais elevado tem melhor resistência ao aquecimento durante a moldagem, porém é mais difícil de ser moldado, devido a sua maior resistência à fusão e memória elástica mais elevada. O acrílico com peso molecular inferior molda mais facilmente, porém é mais sensível à variação de temperatura.

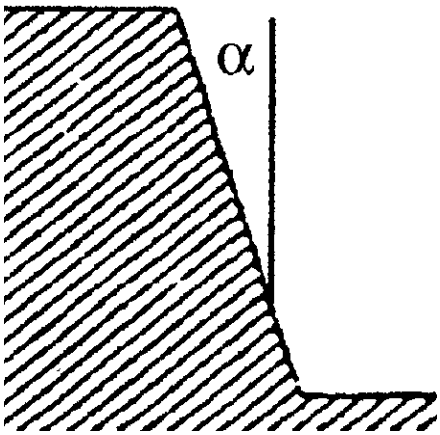
CONSIDERAÇÕES PARA PROJETOS DE PEÇAS

Ao projetar uma peça para termoformagem, vários pontos devem ser levados em consideração para assegurar a moldagem bem-sucedida. Certos materiais podem não ser adequados para algumas aplicações. Porém, leves modificações no projeto da peça podem tornar a moldagem de algumas peças mais viável.

As tolerâncias rígidas podem ser atingidas com o processo e o trabalho apropriados com ferramentas. Porém, as tolerâncias mais rígidas tornam o processo de moldagem mais caro. Com a termoformagem convencional, os detalhes podem ser obtidos somente sobre um lado. A chapa Extrudada se expande e se contrai com as mudanças na temperatura. Portanto, a temperatura deve ser especificada com as tolerâncias requeridas.

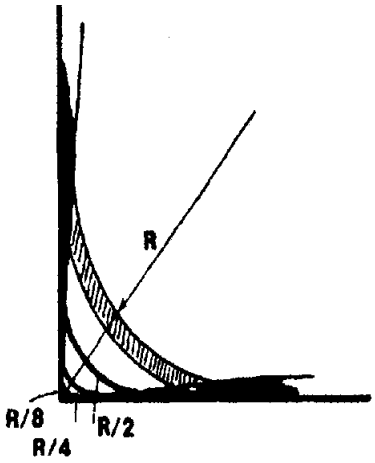
Os ângulos de extração são importantes para incorporar ao projetar uma peça. O ângulo de extração é o grau de diminuição na parede lateral do molde que permite uma remoção mais fácil do molde. É recomendado um ângulo de extração maior que 5º. Os raios podem facilitar a moldagem a um grau menor. Os raios neste caso se referem a quaisquer cantos na peça. Os raios reduzem as razões da extração, fornecendo espessura mais uniforme da parede e reduzindo o estresse.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

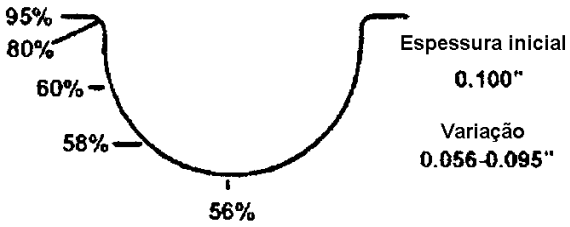


A profundidade do desenho (H/W), que é a razão da altura da parte moldada/largura da abertura da margem, pode desempenhar um papel no projeto da peça, se a disponibilidade do equipamento de moldagem for limitada. Por exemplo, as peças com pequena profundidade de desenho podem ser moldadas com processos simples, como moldagem a vácuo ou com pressão. As peças com maior profundidade de tração requerem processos com múltiplas etapas.

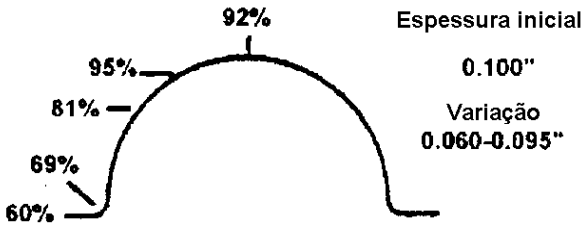
A espessura da parede da peça moldada é uma função da espessura inicial, profundidade do desenho, tipo de molde e formato da peça. O pré estica mento da chapa antes da moldagem produz espessuras mais uniformes de paredes. Quanto mais profundo o desenho, mais fina as paredes laterais. Abaixo se encontram ilustrações dos efeitos das mudanças na profundidade de desenho (H/D) sobre a espessura da parede.



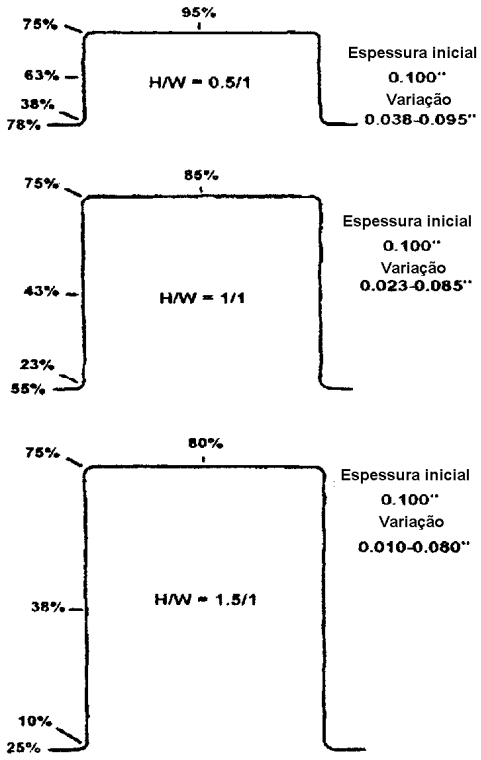
O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.



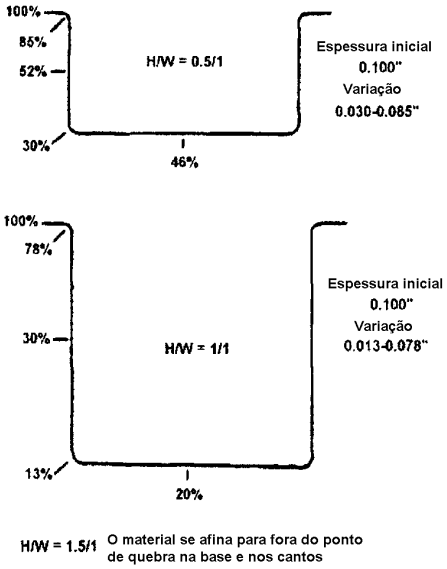
Espessura da Parede da chapa Modelada no Molde Fêmea Cilíndrico



Espessura da Parede da chapa Modelada no Molde Macho Cilíndrico



Espessura da Parede da chapa Modelada no Molde Macho Retangular



Espessura da Parede da chapa Modelada no Molde Fêmea Retangular

PROJETO DO MOLDE

Materiais do Molde

Os moldes para termoformagem podem ser feitos de muitos materiais, desde madeira ou gesso, até alumínio ou aço. A seleção do material depende do número de peças a

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

serem moldadas e dos requisitos de pressão e temperatura. Outro fator principal que influência na seleção do material é o custo. O custo se refere não apenas ao custo do material, mas também aos custos associados de fabricação, manutenção, armazenamento e outros aspectos do trabalho com o material.

Madeira, gesso e plásticos geralmente são usados para moldes de produção de protótipos. Moldes para aplicações como sinais, containers e expositores geralmente são feitos destes materiais. Eles são baratos, porém não duram muito. Os moldes de alumínio e aço são usados para produção de muito volume, onde é necessária uma ferramenta, com maior vida útil. Estes materiais são relativamente fáceis de serem fabricados e oferecem dureza excelente da superfície e baixo desgaste.

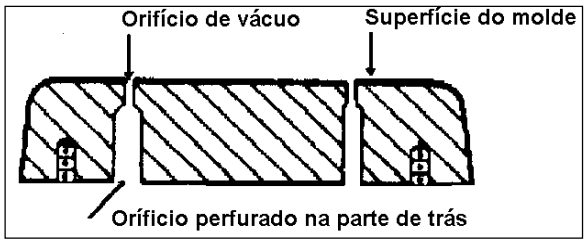
Superfície do Molde

O acabamento da superfície do molde afeta a qualidade da superfície da peça moldada. Quaisquer rachaduras ou marcas no molde aparecerão na superfície da peça. Portanto, é importante assegurar que a superfície do molde seja lisa. Porém, uma superfície de molde altamente polida NÃO é recomendada, visto que o ar pode ser facilmente aprisionado entre a chapa e a superfície do molde, causando imperfeições na superfície da peça. Em algumas aplicações, na superfície do molde, pode ser acabada para incorporar uma textura desejada que ficara impressa na superfície da peça (logomarca).

Canais e orifícios de vácuo

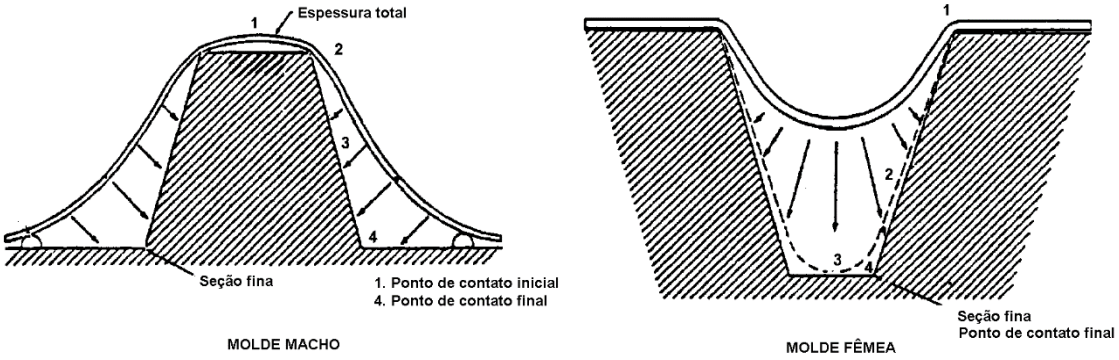
A inclusão de um número adequado de orifícios de vácuo, projetados e localizados em locais apropriados, é necessária para assegurar que o ar aprisionado entre a chapa e o molde seja extraído. O diâmetro do orifício de vácuo não deve exceder a espessura do material. Os orifícios pequenos podem causar moldagem incompleta, visto que será necessário um tempo mais longo para extrair o ar aprisionado. Os orifícios grandes deixam marcas indesejadas na superfície da peça. Os orifícios de vácuo devem ser aliviados pela perfuração na parte de trás, usando uma broca de 6 - 9 mm dentro de 1,0 - 2,5 mm da superfície do molde. Isto torna mais gradual as mudanças no corte transversal da linha de vácuo para o orifício de vácuo. Abaixo encontra-se uma figura ilustrando os orifícios típicos perfurados na parte de trás.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.



Molde Macho x Fêmea

Há dois tipos principais de projeto de molde: macho e fêmea. Uma característica da termoformagem a ser lembrada ao selecionar o tipo de molde para usar é que poderão ser obtidos detalhes somente em um lado. Outra diferença entre os dois projetos é que, com o molde macho, a base da peça geralmente tem a espessura de parede mais grossa e mais uniforme, enquanto que a borda tem as paredes mais finas. Nos moldes fêmeas, a borda tem as paredes mais grossas, enquanto que a base é mais fina. A seguir encontra-se uma ilustração mostrando a diferença:



AQUECIMENTO E RESFRIAMENTO

A temperatura do molde deve ser alta o suficiente para prevenir o resfriamento súbito da chapa à medida que o molde entra em contato com ela, porém fria o suficiente para evitar a contração excessiva na peça e os ciclos longos e desnecessários de produção. As temperaturas inconstantes no molde também podem causar defeitos de moldagem. Diferentes elementos de aquecimento podem ser usados com o molde, juntamente com um sistema de controle da temperatura, a fim de manter o molde na temperatura apropriada. Os termopares são baratos e devem ser u sados, visto que eles fornecem informação sobre o processo de moldagem.

Canais de refrigeração geralmente são usados no mol de para acelerar o resfriamento,

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

uma vez que a peça tenha sido moldada. Os canais de resfriamento devem ter distância de aproximadamente 40 - 75 mm um do outro e o diâmetro do canal deve ser de 10 – 15mm. Os canais de refrigeração não devem ter mais que 1200 mm de comprimento, visto que o líquido de refrigeração se torna mais aquecido e perde sua eficiência de resfriamento, causando diferenças nas frequências de resfriamento em diferentes locais. A água é o refrigerante típico de escolha, porém podem ser usados outros líquidos para refrigeração.

OUTRAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O MOLDE

Um agente desmoldante compatível com acrílico pode ser usado para ajudar na remoção da chapa do molde. Os desmoldantes incompatíveis podem atacar a chapa, causando rachadura, exemplo, desmoldantes à base de silicone. Para maiores informações sobre desmoldantes, consulte-nos.

SISTEMAS DE VÁCUO E DE PRESSÃO

É necessário ter pressão de vácuo e/ou ar suficiente nas operações de moldagem para obter bons resultados. A pressão de ar ou vácuo insuficiente pode resultar em detalhes insatisfatórios, moldagem incompleta, falha de moldagem e acabamento insatisfatório da superfície.

As operações de termoformagem requerem um vácuo próximo a 30 in Hg. É recomendado um mínimo de vácuo de 28 in Hg para a maioria das operações. É essencial assegurar que a bomba e o volume do tanque são apropriados. Alguns dos lapsos mais comuns no projeto do sistema de vácuo inclui curvas de 90º, extensa tubulação, válvulas restritivas. Cada cotovelo de 9 0º reduz o vácuo em torno de 30% e deve ser eliminado sempre que possível. Os canos longos entre as bombas e os moldes também podem causar perda considerável de vácuo.

Os requisitos de pressão de ar dependem do tamanho da caixa de pressão e do tipo de operação de moldagem sendo usado. Em todos os casos, o ar deve ser muito seco, com um ponto de condensação de -40ºC e não ter óleo. As pressões de até 200 psi podem ser usadas na operação de moldagem com pressão. Tipicamente, as pressões de ar não excedem 50 psi. É importante que a pressão de ar seja lenta e cuidadosamente evacuada da caixa de pressão. O ar evacuado pode ser reusado em operações subsequentes ou

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

pode ser usado para o resfriamento da superfície da parte moldada após sua passagem através dos tubos.

PRÉ-SECAGEM

Por vezes é necessário pré-secar a chapa. Principalmente se as caixas da chapa, que possuem absorvedores de umidade forem abertas e as chapas forem expostas ao ambiente. Sempre que possível, mantenha a chapa embrulhada e isolada até ser usada. Para prevenir a formação de bolhas, pré-seque a chapa em um formo a vácuo ou de circulação forçada antes do aquecimento. O tempo de secagem depende do teor de umidade e da espessura do material. Para a maioria das chapas, 24 horas a 80ºC são suficientes para uma secagem eficiente.

Para reduzir a extensão do ciclo de moldagem, pré-seque a chapa em um forno sobressalente, conforme item acima e transfira-a diretamente para um forno de pré-aquecimento a 80ºC, a chapa deve ser transferida imediatamente para a para a máquina de termoformagem. Significantes reduções do ciclo podem ser obtidas através do pré-aquecimento.

FIXAÇÃO

É importante a fixação eficiente da chapa durante o processo de moldagem. A fixação inadequada pode fazer com que a chapa saia da estrutura de fixação durante a moldagem, causando moldagem incompleta ou falha. Podem ser usados diferentes tipos de fixação. Geralmente são usados prendedores pneumaticamente. Podem ser adicionados dentes e sulcos à borda do prendedor para obter um aperto melhor. O encaixe da chapa no prendedor deve ser de no mínimo 25 mm, porém, conjuntos de prendedores diferentes podem requerer um encaixe maior.

CONDIÇÕES DE TERMOFORMAGEM

Temperatura da Moldagem

A seleção da temperatura apropriada para moldagem dentro de uma série depende do nível desejado de detalhes. As peças com detalhes altos devem ser moldadas a temperaturas altas. O ajuste da temperatura se refere à temperatura na qual a peça pode

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

ser seguramente removida do molde. É importante que o molde seja aquecido à temperatura recomendada. Os moldes frios causam resfriamento súbito da peça, o que adiciona estresse significativo à peça. Os moldes quentes diminuem o processo de resfriamento que afetam a produtividade e/ou ocasionam manchas. A tabela a seguir mostra as condições típicas usadas para termo formar à chapa:

Material	Série de Temperatura	Ajuste da Temperatura	Temperatura Recomendada do Molde
Chapa Extrudada	145-160ºC	85ºC	88ºC
Chapa cell cast	170-195ºC	85ºC	88ºC

Frequência de Moldagem

A frequência máxima de moldagem de uma chapa é limitada à velocidade a qual ela se esticará sem exceder sua resistência. A frequência mínima de moldagem deve ser rápida o suficiente para prevenir que a chapa se resfrie muito.

Uma chapa altamente pigmentada deve ser moldada mais lentamente do que uma chapa incolor ou material transparente.

As frequências de moldagem excessivamente rápidas podem gerar estresse elevado e baixa resistência à rachadura. Para minimizar o estresse, use frequências de moldagem moderadas e assegure uma distribuição uniforme da temperatura na superfície da chapa e através de sua espessura.

Para conseguir grande repuxos ou definição aumentada, é necessárias temperaturas de moldagem mais elevadas. Para uma operação de moldagem mais lenta, pode ser necessário continuar com o aquecimento infravermelho enquanto a peça está sendo moldada.

Aquecimento da Chapa

O aquecimento correta da chapa é, indiscutivelmente, a parte mais importante do processo de termoformagem. É importante obter calor suficiente e uniforme, enquanto se minimiza o custo. A chapa Extrudada é mais sensível ao aquecimento inconstante do que a chapa cell cast. Esta diferença se torna muito evidente em aplicações como sopro

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

livre, onde o aquecimento inconstante da chapa Extrudada resulta em domos irregulares. Os processos de aquecimento nunca são 100% eficientes, o que significa que mais calor deve ser fornecido para aquecer a chapa. A seleção do processo de aquecimento depende da espessura da chapa e da aplicação. A chapa fina pode ser eficientemente aquecida por meio de calor radiante. A chapa espessa e a chapa usada para peças com requisitos ópticos elevados são mais bem aquecidas usando-se convecção de ar.

A tabela a seguir resume as características dos diferentes métodos de aquecimento:

Fonte de Calor	Custo Inicial	Eficiência	Vida média (horas)
Arame de níquel-cromo espiralado	Muito barato	Insatisfatória	1.500
Haste de metal	Barato	Moderada	3.000
Fornos de ar quente	Moderado	Insatisfatória	N/A
Elementos cerâmicos	Moderado	Boa	10.000
Tubos de Quartzo:			
Filamento de níquel-cromo	Alto	Excelente	20.000
Filamento de tungstênio	Alto	Notável	10.000

Aquecimento com convecção de ar quente forçado

Este método geralmente é usado para chapas mais pesadas, bem como em aplicações com requisitos ópticos muito elevados, como para-brisa de aeronaves. Se a chapa for aquecida verticalmente, devem ser usados prendedores de pressão suficientes para prevenir que a chapa deslize do prendedor à medida que ela amolece. O aquecimento vertical geralmente não é recomendado para chapas extrudadas, porque a chapa pode cair dos prendedores à medida que ela amolece. A chapa cell cast tem resistência à fusão suficiente para prevenir que ela se solte dos prendedores. Se a chapa for aquecida horizontalmente, a superfície da chapa deve estar limpa e sem defeitos, visto que qualquer imperfeição na superfície aparecerá na peça final. Uma placa de vidro limpa coberta com pó de talco pode ser usada sobre a superfície para o aquecimento horizontal.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Antes de aquecer com um forno a ar, certifique-se de que:

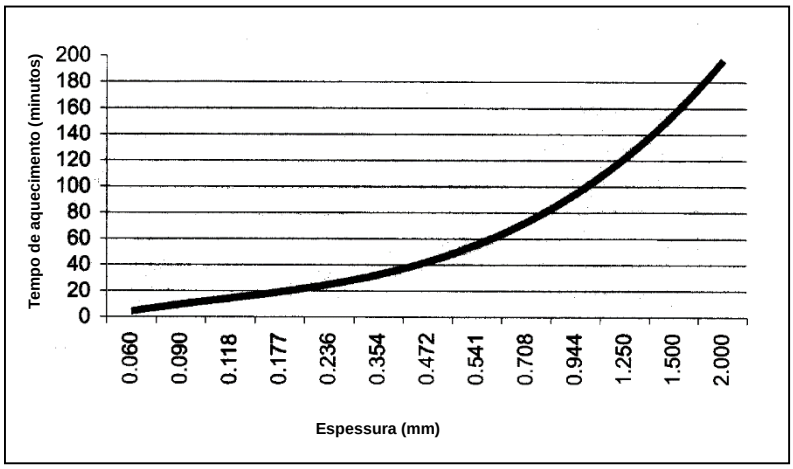
A temperatura pode ser termostaticamente controlada dentro de + 5ºC entre 140-165ºC. As velocidades do ar através da chapa variam entre 1-5 m/s.

As temperaturas por todo o forno devem ser uniformes.

O sistema de fixação exerce pressão uniforme e constante em todos os lados da chapa à medida que ela amolece.

Como regra geral, a chapa deve ser aquecida em um forno de convecção de ar por 1 minuto para cada 0.02 mm de espessura. A seguir encontra-se um quadro mostrando os tempos de aquecimento recomendados para diferentes espessuras:

Tempo de aquecimento (min)



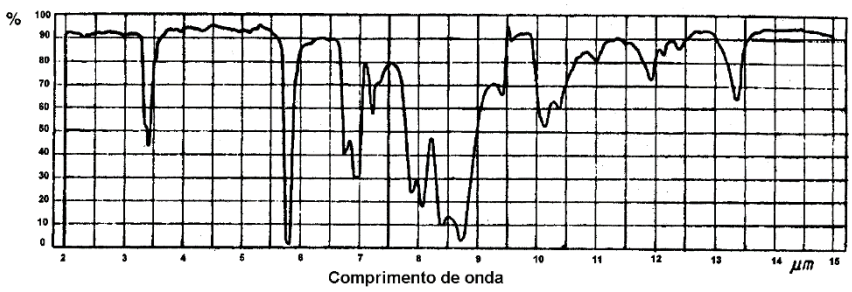
Aquecimento com radiação infravermelha

Este método de aquecimento é usado para chapas com espessura fina e média e é o método de aquecimento mais eficiente. Ao projetar um sistema de aquecimento horizontal, podem ser ajustadas zonas independentemente controladas para melhorar o controle e a flexibilidade. Em tal instalação, os aquecedores nas zonas periféricas podem ser ajustados para um rendimento maior do que aqueles na zona central. Isto assegurará um aquecimento uniforme da chapa.

A radiação infravermelha se refere a ondas eletromagnéticas com um comprimento de onda maior que 710 nm. O comprimento de onda no qual uma chapa absorve a maioria da energia varia, dependendo do material. A seleção adequada dos elementos e temperaturas de aquecimento pode ser conseguida pela combinação dos picos no

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

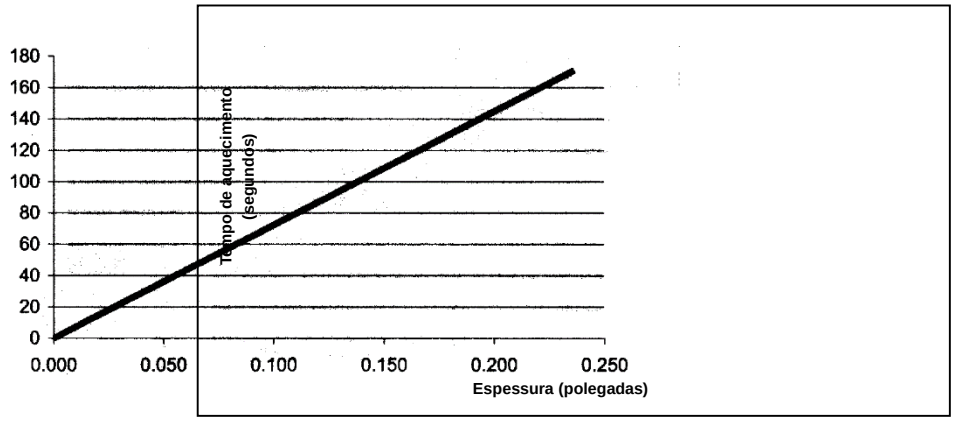
espectro infravermelho dos elementos de aquecimento com os pontos baixos na curva de transmissão infravermelha do material da chapa. A seguir encontra-se uma ilustração da transmissão infravermelha para o acrílico:



Ao aquecer a chapa Extrudada, os aquecedores de quartzo de 650ºC são os mais eficientes. Podem ser usados outros elementos mais baratos, porém, a eficiência de tais elementos geralmente é abaixo de 10%. Os tubos das resistências e os arames de aquecimento são exemplos de elementos baratos que oxidam e perdem a eficiência de modo relativamente rápido.

Os tempos de aquecimento variam dependendo da espessura e do tipo da chapa, da distância do elemento de aquecimento, do tipo de elemento de aquecimento, da eficiência do elemento de aquecimento e do detalhe desejado. O gráfico a seguir mostra os tempos de aquecimento típicos para aquecido bilateral com quartzo para diferentes espessuras da chapa Extrudada (temperatura do aquecedor de 1200ºF [650ºC], comprimento de onda médio = 3.2 m).

Tempo de aquecimento (min)



O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Temperatura Central

Para uma moldagem bem-sucedida, a temperatura central da chapa deve atingir o limite de temperatura de moldagem recomendado. Para a chapa fina, a transmissão de energia do elemento de aquecimento para a superfície da chapa é o fator limitante da eficiência e do tempo de aquecimento. Visto que os aquecedores radiantes transferem calor para a superfície da chapa de forma rápida e eficiente, eles são usados para as chapas finas.

Para a chapa mais espessa, o fator limitante é a transferência de calor da superfície da chapa para o centro da chapa. O uso de aquecedores radiantes para a chapa mais espessa fornecerá calor excessivo para a superfície, que não será transferido rápido o suficiente para o centro da chapa. A chapa deve ser aquecida por um tempo mais longo, o que geralmente fará com que a se formem bolhas na superfície. Por esta razão, a convecção de ar é o método de aquecimento preferido para a chapa mais espessa.

Medição da Temperatura

O aquecimento adequado da chapa é essencial para a termoformagem bem-sucedida. A temperatura da chapa deve estar na série correta, mas também deve ser uniforme para atingir os resultados completos da moldagem. Devem ser usados pares termoelétricos para monitorar a temperatura dos elementos de aquecimento ou dos fornos, visto que eles fornecem informação vital sobre o aquecimento. Os pares termoelétricos devem ser calibrados e usados próximos da chapa, a fim de obter uma boa medição da temperatura.

Um meio rápido de medir a temperatura da chapa é usando dispositivos infravermelhos de medição da temperatura ou pirômetros. Os pirômetros são fáceis de usar, porém somente fornecem indicação da temperatura da superfície, e NÃO a temperatura central.

Os pirômetros usam a emissividade do material para medir a temperatura. A emissividade é a energia emitida por um material, comparada com aquela emitida por um corpo escuro e seu comprimento de onda dependente. Muitos pirômetros requerem ajuste da emissividade antes da medição, a fim de obter temperaturas mais precisas de superfícies diferentes. Para o acrílico, deve ser usada uma emissividade de 0.90 - 0.95. Note que a emissividade do material do molde pode ser consideravelmente diferente. O uso do pirômetro ajustado para a emissividade do acrílico para medir a temperatura do

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

molde gerará resultados errôneos.

As fitas de temperatura são outra grande ferramenta para determinação da temperatura da chapa, porém não são práticas como os pirômetros. As fitas de temperatura são fitas adesivas finas que podem ser afixadas na superfície da chapa para determinar a temperatura naquele local. As fitas de temperatura são feitas para cobrir séries diferentes de temperaturas, de modo que você deve se certifica r de usar a fita correta. Lembre-se que as fitas de temperatura deixam marcas no local onde elas são colocadas. As fitas de temperatura são ideais para mapear a temperatura do s aquecedores infravermelhos, especialmente no início de um trabalho. Uma chapa rejeitada, com fitas de temperaturas afixadas nela, em diferentes locais da chapa, pode ser usada para este propósito. Então, a chapa pode ser inserida na seção de aquecimento e aquecida pelo tempo desejado.

Quando a chapa for removida, as fitas de temperatura fornecerão uma indicação das temperaturas atingidas em diferentes locais. Esta informação pode ser usada para ajustar o rendimento do aquecedor nas diferentes zonas, para obter um aquecimento mais uniforme.

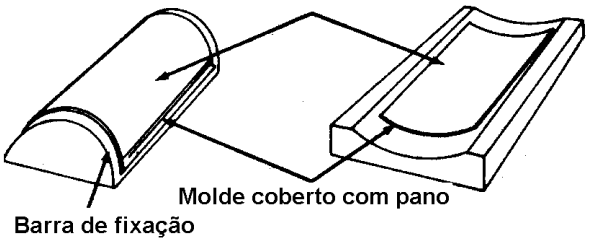
MÉTODOS DE MOLDAGEM

Moldagem esticada

Esta é a técnica mais simples de termoformagem. A chapa aquecida é esticada no formado sobre a superfície do molde. À medida que a chapa toca a superfície do molde, ela esfria, fazendo com que a peça pare de esticar. Visto que a maioria das operações de moldagem esticada não envolve muito alongamento, a espessura da parede da peça final é relativamente uniforme.

Para impedir marcas, cubra os moldes com material emborrachado ou feltro. O ajuste da temperatura do molde alta e temperatura de moldagem baixa podem ajudar a minimizar as marcas na peça. Cubra a peça enquanto ainda estiver no molde, de modo que a frequência de resfriamento seja a mesma em ambos os lados da peça.

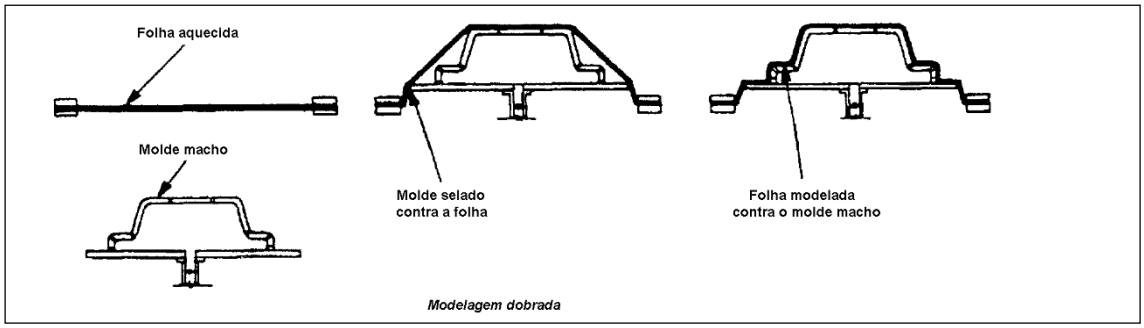
O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.



Modelagem esticada

Moldagem dobrada

Neste processo, a chapa aquecida é presa nos prendedores do molde e é esticada sobre um molde macho, rebaixando a chapa dentro do molde ou levando o molde ao encontro da chapa. À parte da chapa que toca primeiro o molde resfria antes, e portanto, para de esticar. Esta parte da chapa tem a parede mais espessa. Pressão de vácuo ou ar é usada para forçar a chapa contra o molde. As paredes laterais da peça final são mais finas do que a superior, enquanto que as bordas têm as paredes mais finas.

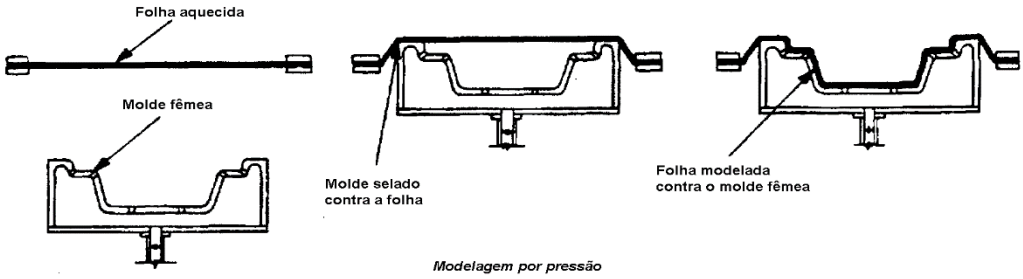


Modelagem dobrada

Moldagem a vácuo

Na moldagem a vácuo são usados prendedores para prender a chapa quente emborrachada. Então, as bordas da chapa são seladas contra as bordas do molde fêmea e é aplicado vácuo a partir do lado do molde. A borda é a primeira parte a esfriar e será a mais espessa. A chapa é tracionada contra a superfície do molde. A peça final terá paredes laterais finas e uma base muito fina.

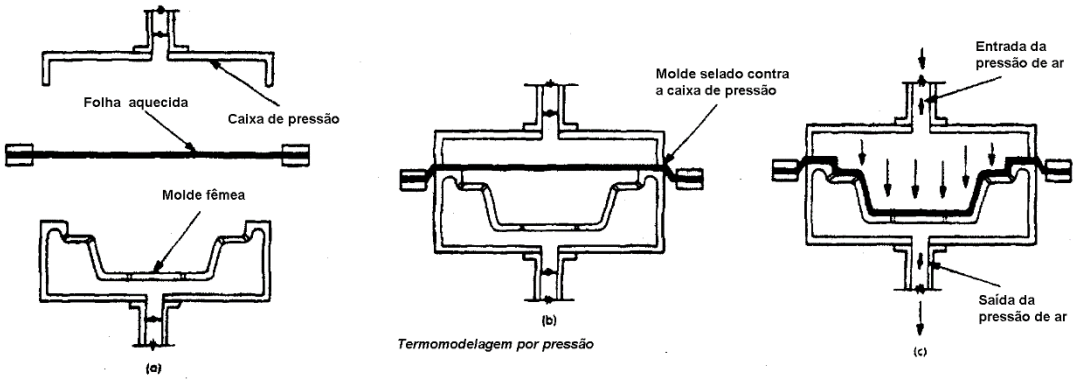
O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.



Modelagem por pressão

Moldagem por pressão

Este processo é similar à moldagem a vácuo, exceto que é usada pressão positiva de ar de uma caixa de pressão, para forçar a chapa contra o molde fêmea. Tipicamente, são usadas pressões não maiores que 50 psi. Porém, algumas vezes são necessárias pressões de até 200 psi.



Termomodelagem por pressão

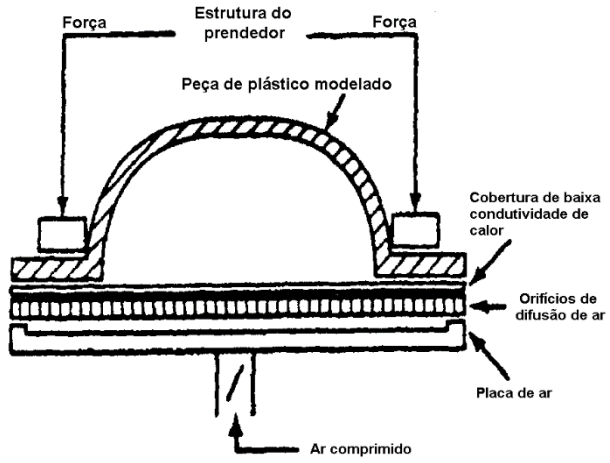
Moldagem por sopro

Muitas configurações podem ser livremente moldadas usando-se vácuo com caixa de vácuo. Itens com qualidade óptica muito elevada podem ser produzidos por estes métodos, porque a superfície do material nunca toca as paredes do molde. Assim, não ocorrem marcas ou resfriamento local.

A pressão ou vácuo é variada, a fim de fornecer a altura ou profundidade desejada. A altura é demarcada com um guia ou material macio projetado para evitar que a peça marque. A pressão ou o vácuo também pode ser automaticamente controlado com sensores ópticos de luz. Embora este método seja mais caro, sua ausência de contato

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

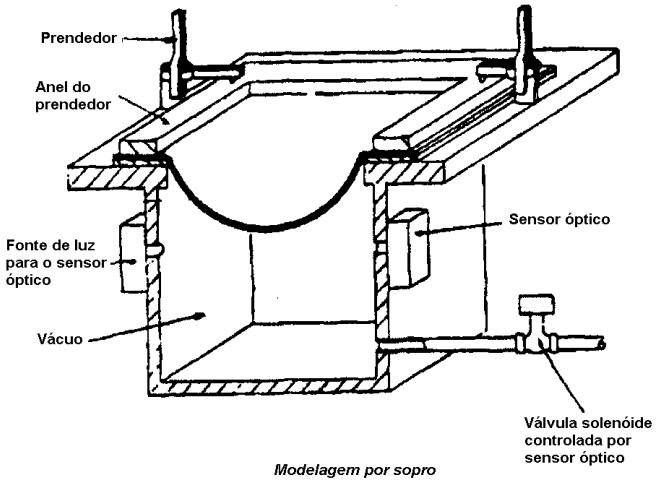
cria uma vantagem na produção óptica crítica.



Modelagem por sopro

Um molde simples de sucção ou sopro consiste de uma placa base com uma estrutura de fixação. Prendedores mecânicos ou hidráulicos suficientes devem ser fornecidos, a fim de manter a rigidez da estrutura e suportar a pressão de moldagem. O uso de prendedores com parafusos tem a desvantagem de consumir tempo e podem fazer com que a chapa esfrie excessivamente antes de ela ser moldada.

Para o sopro livre, use pressão de ar de até 75 psi. Forneça conexões grandes de ar, de modo que as peças grandes possam ser rapidamente moldadas, mas certifique-se de que o ar que está entrando não atinja diretamente os painéis quentes, causando resfriamento local. A instalação de placa defletora ou telas na frente da abertura de entrada pode defletir o ar que está entrando.



Modelagem por sopro

Descansar a chapa sobre uma placa base fria pode causar resfriamento indesejado.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

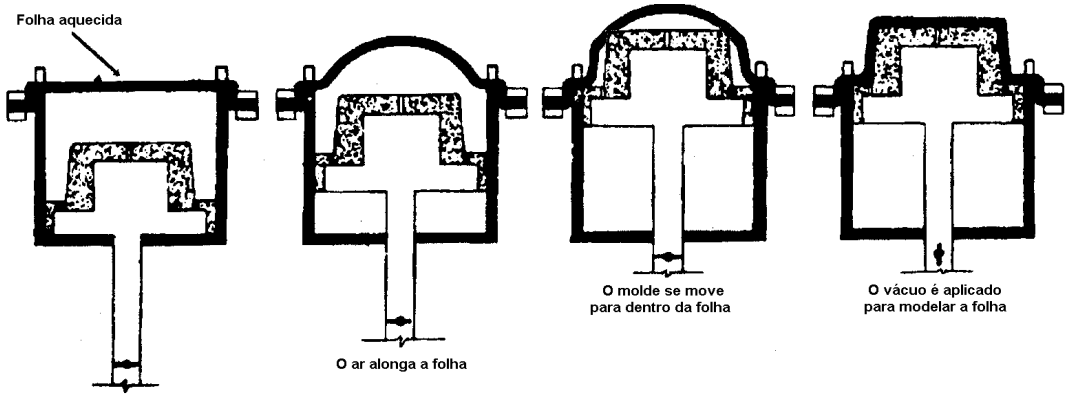
A moldagem a vácuo requer as mesmas condições funda mentais que a moldagem por pressão, exceto que é necessária menos força de fixação, porque a sucção sela automaticamente a chapa à caixa de vácuo e a diferença de pressão é limitada a 15 psi ou menos. Se possível, arranje dutos de sucção no anel ao redor da borda da caixa de vácuo, a fim de prevenir o resfriamento do fluxo de ar somente em um lado da chapa.

Para processar peças grandes, encaixe um reservatório (ou tanque de vácuo) em frente da bomba de vácuo, para sucção rápida de grandes volumes de ar.

Métodos de Moldagem de Múltiplas Fases

A moldagem em uma fase geralmente é usada para chapas de pequenas espessuras, visto que elas são fáceis de moldar. Algumas vezes, a chapa mais espessa é difícil de ser moldada usando os métodos de uma fase, devido às limitações da uniformidade da espessura da parede. A moldagem de múltiplas fases envolve o alongamento da chapa usando um tampão e, então, moldando a chapa contra o molde. As espessuras da parede obtidas usando-se estes métodos são mais uniformes do que aquelas usando os métodos de fase única.

Na moldagem dobrada com tampão, a chapa aquecida é presa nos prendedores aquecidos e é aplicado ar para expandir a chapa, como no caso do sopro livre. A pressão de ar usada para formar o tampão geralmente é de 18 - 22 psi. Então, um molde macho é inserido no tampão, fazendo com que a chapa tome o formato do molde. Algumas vezes é aplicado vácuo no lado do molde, para ajudar na moldagem da chapa contra a superfície do molde.



Modelagem dobrada

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Resfriamento

Após moldar, resfrie a peça para 60 - 70ºC. Não resfrie apenas a superfície o interior deve ser resfriado também! Dê chance à um resfriamento uniforme em todos os lados, a fim de prevenir o estresse. Cubra completamente as peças de resfriamento lento, com paredes espessas, com feltro ou manta para bloquear as correntes de ar.

Não há uma regra para prever o tempo de resfriamento do interior da chapa. Os fatores incluem a espessura do material, a temperatura ambiente da sala e o fluxo de ar da peça. A experiência será o melhor professor. Algumas veze s são usados ventiladores para acelerar o processo de resfriamento. Deve ser tomado cuidado para evitar o resfriamento diferencial da chapa, o que pode resultar em um acabamento insatisfatório da superfície, arqueamento e formação de estresse. Alguns moldes incorporam canais de refrigeração para ajudar no processo de resfriamento.

À medida que a chapa resfria, ela se retrai, devido à expansão/contração térmica. A contração no molde pode causar estresse, de modo que é melhor remover a peça tão logo ela atinja sua estabilidade dimensional.

Contração

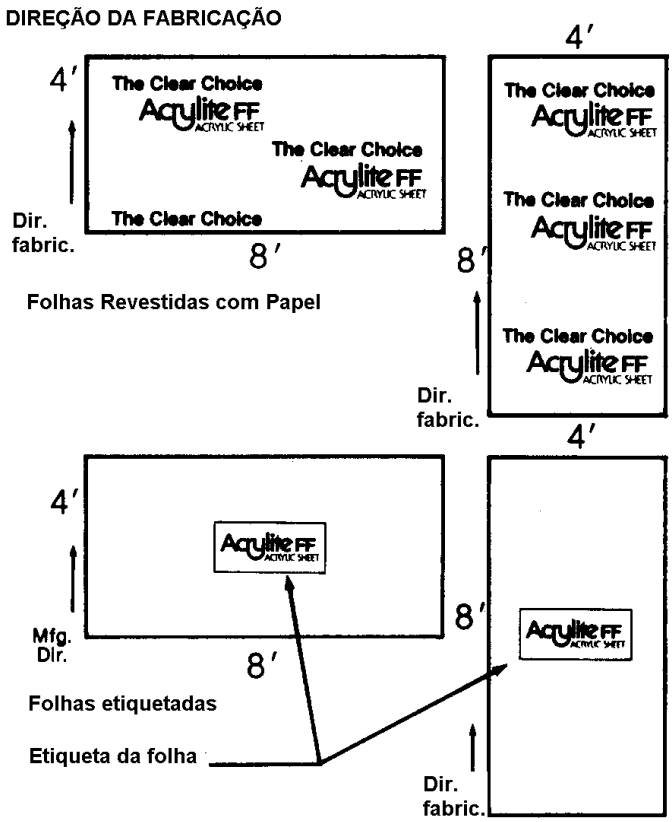
A chapa Extrudada se contrai levemente quando aquecida a temperatura de termoformagem, por causa da orientação adquirida durante a fabricação. Para encontrar a direção da fabricação, olhe para a etiqueta. Com você lendo a etiqueta, a direção da fabricação é de cima para baixo.

Nas operações que não requerem aquecimento, as dimensões originais não mudarão.

Porém, a chapa aquecida a temperatura de termoformagem muda dimensionalmente. A contração máxima para a chapa Extrudada é 3% na direção da fabricação e 0,5% na direção transversal.

Se a chapa Extrudada não for presa em uma estrutura de retenção, meça a contração de uma peça fragmentada e, então, determine o tamanho do material requerido para compensar a contração antes de cortar.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.



É importante distinguir a contração no material devida ao processo de fabricação e aquela devida ao processo de moldagem. A fim de calcular esta última, devem ser realizados estudos de teste. Isto ajudará a determinação da tolerância correta. Se o projeto da peça não incluir quaisquer detalhes, podem ser usados moldes machos para manter as tolerâncias, visto que elas previnem a contração da chapa.

Acabamento

Geralmente, as peças termoformadas precisam ser acabadas antes do uso nas aplicações finais. Certas máquinas de termoformar têm uma estação de acabamento.

Também podem ser usadas as operações convencionais de fabricação, como corte com serra e Fresagem Consulte Informações Técnicas referentes aos processos mencionados.

Recozimento

A chapa sofre vários estresses durante o processo d e termoformagem, devido ao estiramento, moldagem e mudanças na temperatura. O estresse induzido na chapa a

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

torna mais susceptível aos ataques químicos. Para certas aplicações, como aquelas que requerem esterilização com álcool e/ou outros produtos químicos incompatíveis, o estresse na chapa causará rachadura e quebra do material com o tempo. Um modo de aliviar a formação de estresse é recozer a peça final.

O recozimento é um processo de aquecimento da chapa a uma temperatura elevada o suficiente para permitir que as moléculas relaxem sem afetar o formato da peça final. A chapa Extrudada pode ser recozida a 80ºC.

A tabela a seguir fornece informação sobre os tempos de aquecimento e resfriamento:

Espessura		**Tempo de aquecimento (horas)**	**Tempo de resfriamento * (horas)**
pol.	**mm**		
0.080	2,0	2	2
0.118	3,0	3	2
0.117	4,5	4,5	2
0.236	6,0	6	2
0.354	9,	9	2

* São recomendadas taxas de resfriamento de aproximadamente 175◦F/hora.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

LISTA DE PROBLEMAS, CAUSAS E SOLUÇÕES

Problema	Causa	Solução
Formatos irregulares	Temperaturas de aquecimento irregulares	Certifique-se de que todos os aquecedores estejam funcionando. Elimine os desenhos profundos. Deflexão de calor em todos os lados.
	Estrutura de fixação não quente	Pré-aqueça a estrutura de fixação. Pré-aqueça a chapa inteira.
Bolhas ou espuma	Aquecimento muito rápido	Diminua as temperaturas. Aumente a distância entre os aquecedores e a chapa.
	Aquecimento irregular	Certifique-se de que todos os aquecedores estejam funcionando. Use filtros para equilibrar o calor.
	Umidade em excesso	Pré-seque. Pré-aqueça. Mantenha o isolamento na chapa até que ela seja moldada. Abaixe a temperatura do aquecedor.
Detalhes insatisfatórios, moldagem incompleta	Chapa muito fria	Aqueça a chapa por mais tempo. Eleve a temperatura do aquecedor. Se o problema ocorrer toda vez na mesma área, verifique se todos os aquecedores estão funcionando.
	A estrutura de fixação não está quente o suficiente	Aqueça a estrutura à temperatura recomendada.
	Vácuo ou pressão insuficiente	Verifique se a pressão/vácuo no molde é suficiente. Remova as conexões de 90º do sistema de vácuo. Verifique os orifícios de vácuo quanto a obstruções. Aumente o número de orifícios de vácuo.
	Retirada do vácuo não rápida o suficiente	Verifique o projeto do sistema de vácuo (tanque). Faça orifícios posteriores de alívio de vácuo. Use ranhuras de vácuo, ao invés de orifícios.
Enrugamento	A chapa está muito quente	Reduza o tempo de aquecimento. Aumente a distância do aquecedor. Reduza a temperatura do aquecedor.
	Vácuo insuficiente	Verifique o sistema de vácuo. Adicione mais orifícios de vácuo.
	Razão de repuxe muito grande em algumas áreas do molde	Re-projete o molde. Use um molde fêmea, ao invés de um molde macho. Adicione blocos à base do molde. Aumente os ângulos e raios de tração.
Muito arqueamento	Chapa muito quente	Reduza o tempo de aquecimento. Reduza a temperatura do aquecedor.
Ruptura da chapa ao moldar	Chapa muito quente	Reduza o tempo de aquecimento. Reduza a temperatura do aquecedor.
	Chapa muito fria	Aumente o tempo de aquecimento. Aumente a temperatura do aquecedor.
	A velocidade de fechamento entre o molde e a chapa está muito elevada	Reduza a velocidade de fechamento.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Problema	Causa	Solução
Peça aderindo ao molde	Temperatura do molde ou da chapa muito elevada	Reduza a temperatura do molde. Reduza o tempo ou a temperatura de aquecimento.
	Ângulo de repuxe muito pequeno	Aumente o ângulo de repuxe Use um molde fêmea. Remova a peça do molde tão logo seja possível.
Deformação da peça	Resfriamento irregular da peça	Adicione mais canais de água ao molde. Verifique o fluxo de água.
	Temperatura do molde muito baixa	Eleve a temperatura da peça.
Marcas na superfície	Superfície do molde muito irregular	Use cobertura apropriada para o molde (espuma, feltro). Mude o material do molde.
	Superfície do molde muito lisa	Lixe a superfície do molde.
	Vácuo irregular	Verifique o sistema de vácuo. Adicione orifícios de vácuo.
	O molde está muito quente	Reduza a temperatura do molde.
	O molde está muito frio	Aumente a temperatura do molde.
	Sujeira na chapa ou no molde	Limpe com ar deionizado.
Bordas irregulares	Temperatura de moldagem excessivamente diferente	Pré-aqueça a estrutura de fixação. Use uma estrutura de fixação deslizante (baixa/alta).
Cantos deformados	Estresse excessivo	Aqueça as estruturas à temperatura adequada antes de inserir a chapa. Adicione calor suplementar aos cantos.
Quebra nos cantos	Concentração de estresse	Aqueça uniformemente a chapa. Pré-aqueça as estruturas ou use estruturas aquecidas. Adicione calor suplementar aos cantos.

11- MÉTODO DE USINAGEM

Este informativo fornece recomendações sobre:

Equipamento

Procedimentos

Lista de Problemas, Causas e Soluções

Informações sobre Segurança

EQUIPAMENTO

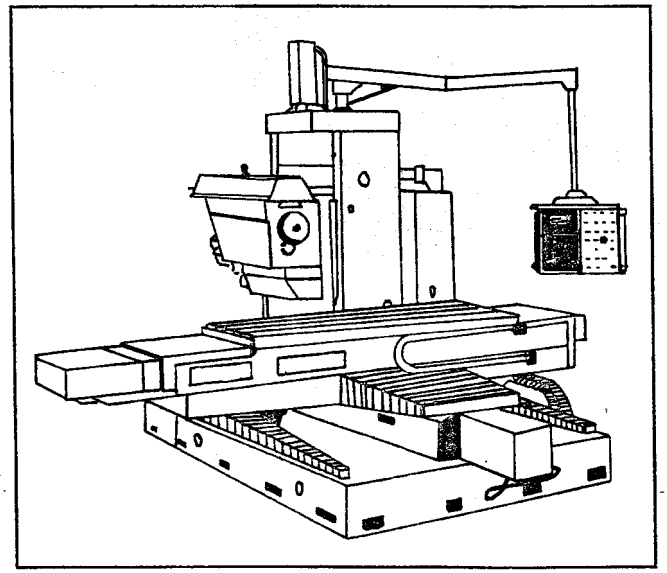
Alguns tipos de máquinas são usados no processo de produtos com chapa Extrudadas, incluindo fresadoras, afiadores, furadoras, cortadores em ziguezague, limas e escareadores.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

A maioria do equipamento utilizado no trabalho com a chapa Extrudada foi originalmente projetada para madeira ou metal. O superaquecimento da chapa Extrudada, devido a equipamentos ou as ferramentas de corte inadequadas podem causar falha na fabricação do item. Para prevenir isto, certifique-se de utilizar o equipamento correto para a chapa.

Fresadoras

Há vários tipos de máquinas para fresar a chapa Extrudada. São necessárias máquinas com uma base pesada e equilíbrio confiável para controlar a vibração e assegurar cortes precisos. Equipe todas as unidades com dispositivos de vácuo ou ar comprimido para limpar as rebarbas da área da lâmina e para controlar a geração de calor.



Ferramentas para Fresar

Os cortadores para fresar variam amplamente, dependendo da aplicação. O ângulo de saída da borda de corte deve ser de 0 - 5º e o ângulo de ataque de 2 - 10º. Você pode trabalhar a chapa Extrudada com ferramentas com ponta de aço rápido, metal duro ou diamante.

As ferramentas de metal duro, embora tenha um custo inicial maior que as de aço, porem mantêm-se afiadas por mais tempo, produzindo uma borda trabalhada de alta qualidade, por um tempo mais longo. As ferramentas com ponta de diamante produzem um corte superior e duram mais que as ferramentas com ponta de metal duro. Os pigmentos nas cores da chapa Extrudadas podem encurtar a vida útil da ferramenta.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Limar-Aplainar

Você pode usar limas e raspadeiras manuais normais com a chapa Extrudada. A ferramenta depende dos efeitos desejados e da aplicação. Use estas ferramentas para produzir uma superfície áspera, e não para um acaba mento fino.

Furadeira

Os trabalhos artísticos, use haste flexível girando a, no mínimo, 1000 rpm e fresa de lápis operada a ar, e ferramentas de afiar girando a aproximadamente 60000 rpm.

Escareadores

Use escareadores normais para tirar a rebarba de orifícios perfurados. Certifique-se de que as bordas da ferramenta estejam sem defeitos, prevenindo os entalhes e vincos na superfície perfurada.

Cortadores em ziguezague

Use moldes ou gabaritos normais para cortar ziguezagues internos e externos na chapa

PROCEDIMENTOS

Segurança

Ao usar os equipamentos, use proteção facial ou óculos de segurança. Use protetores de ouvido quando você for operar o equipamento por longos períodos de tempo.

Siga as práticas de segurança normais ao trabalhar a chapa. Pode ser apropriada proteção para os olhos, ouvidos e proteção respiratória, dependendo da operação.

Certifique-se de seguir as recomendações de segurança do fabricante dos materiais e equipamentos, usados com a chapa acrílica.

Direção do Curso

Para conseguir uma superfície uniforme, alimente a chapa na direção adequada, como requerido pela rotação da ferramenta. Alimente com material a borda de rotação do cortador.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Mudanças Dimensionais

O estresse inerente na chapa Extrudada, bem como o estresse obtido nos processos fabricados por máquinas, pode causar mudanças dimensionais quando a chapa é aquecida à temperatura de moldagem após trabalho com máquina.

Recoza a peça para eliminar o estresse. Veja o Informativo Técnico – 12 - Recozimento", para os procedimentos apropriados.

Operação de Torno

Para usar um cortador com uma única borda, equilibre cuidadosamente o mandril com os parafusos de ajustamento, para eliminar as marcas de trepidação. A qualidade da borda depende da estabilidade da máquina.

Fresadoras

Use uma fresadora com várias fresas. A velocidade d e rotação do cortador deve ser tão rápida quanto possível, no mínimo 100 m/min.

Visto que a maioria das laminas são projetadas para cortar madeira ou metal, podem ser necessárias algumas modificações. O ângulo de saída deve ser de 0o, reduzindo a fragmentação por raspar, e não cortar. O ângulo de ataque deve ser de no mínimo 2o – geralmente mais – para minimizar a formação de calor friccional. Se você estiver usando uma fresadora padrão, utilize refrigeração.

Refrigeração

Os plásticos, incluindo a chapa acrílica Extrudada, são muito mais susceptíveis à distorção por calor do que os metais. Use meios de refrigeração, como ar comprimido, água, emulsões, etc., para minimizar os efeitos da distorção por calor e produzir uma superfície polida. Se não for fornecido refrigeração, a decomposição e as irregularidades na borda de corte podem produzir áreas de alto estresse, levando a crazing (numerosas ranhuras finas no material).

Se você usar emulsões, teste-as quanto à compatibilidade com o acrílico. As emulsões incompatíveis podem causar rachadura. Podemos avaliar os produtos compatíveis com acrílico. Entre em contato conosco.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Limar - plainar

Se necessário, use uma raspadeira de aço de alta velocidade para aplainar as bordas serradas. As limas planas triangulares com largura de oito mm também são efetivas. A superfície da lima não deve ter depressões, visto que isto produzirá marcas de trepidação devido ao ângulo de saída. A lima plana deve ter um ângulo de saída de 0 o. Assim como com a lixadeira, use água para um acabamento uniforme e menor formação de estresses pelo aquecimento friccional.

Furadeira

Use ferramentas manuais para aplicações artísticas, para um trabalho preciso. Ajuste a velocidade de curso da ponta para evitar a fusão, p elo curso lento, e a fragmentação pelo curso rápido. Se a fusão persistir, use um líquido ou ar para refrigeração.

Corte em ziguezague

Devido à sensibilidade dos acrílicos, não trabalhe com máquinas com bordas afiadas.
Para reduzir o estresse, use cortadores arredondados. Note também que as ferramentas não devem suportar cargas. Use uma emulsão ou óleo de corte para produzir uma superfície polida. Remova regularmente as rebarbas dos orifícios internos.

LISTA DE PROBLEMAS, CAUSAS E SOLUÇÕES

Problema	Causa	Solução
Marcas de trepidação	Ferramenta cega	Substitua ou afie a ferramenta.
	Freqüência de alimentação muito rápida	Reduza a freqüência de alimentação.
	Mandril desalinhado	Alinhe o mandril com parafusos de ajustamento ou substitua o mandril e o fuso.
	Vibração	Estabilize a plataforma.
	Mancal gasto	Substitua quando exceder 0.05 mm.
Bordas derretidas	Ferramenta cega	Substitua ou afie a ferramenta.
	Não há resfriamento	Adicione ar comprimido, mistura de água ou emulsão para refrigeração.
	Freqüência de alimentação lenta	Aumente a freqüência de alimentação.
	Formação de lascas	Use um sistema de vácuo ou ar comprimido para limpar as rebarbas.
	Ângulo de saída incorreto	Use uma ferramenta com ângulo de saída de 0º.
	Ângulo de liberação incorreto	Use uma ferramenta com ângulo de ataque de 2 - 10º.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

12- RECOZIMENTO

Este informativo fornece recomendações sobre:

Quando recozer

Equipamento

Procedimentos

Informações sobre segurança

QUANDO RECOZER

Recozimento minimiza os efeitos do estresse sobre os itens fabricados com a chapa Extrudada. Ela alivia a maioria do estresse induzido pelos processos de termoformagem, impressão, colagem, polimento, polimento com chama e outros processos de fabricação. O recozimento é recomendado na maioria dos casos. O processo reduz os estresses internos na chapa, que podem causar crazing (numerosas ranhuras no material), quando o acrílico entra em contato com solventes, como limpadores de vidros e algumas tintas. O estresse devido à absorção de água também pode causar rachadura. A recozimento reduz ao mínimo a probabilidade de que ocorram rachaduras grandes ou em larga escala. Também, os estudos mostraram que o recozimento pode aumentar a resistência da peça final em mais de 50%.

EQUIPAMENTO

Fornos de Circulação de Ar Forçado

Recoza as peças fabricadas em fornos de circulação de ar forçado, assegurando temperaturas uniformes e fornecendo ventilação apropriada. A velocidade do ar deve ser de 7,5 – 38 m/min. Providencie um forno controlável em + 6ºC para evitar o aquecimento desigual ou excessivo.

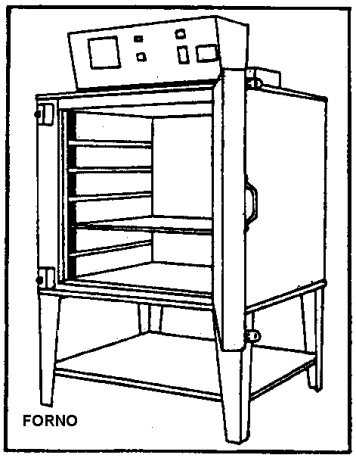
Selecione cuidadosamente o tamanho do forno. Providencie portas largas para as peças grandes e portas pequenas para evitar perda de calor ao inserir as peças pequenas.

A seleção do controle da temperatura afeta a eficiência do forno. Você pode usar timers, que controlam a porcentagem de tempo que os aquecedores ficam ligados, porém tais

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

controles não fornecem um aquecimento uniforme. Ou ainda, você pode usar controles proporcionais de tempo, com interruptores de fases, para variar o rendimento do aquecedor, porém estes podem produzir temperaturas irregulares. Os controladores que monitoram a temperatura e mantêm a voltagem constante nos elementos de aquecimento parecem trabalhar melhor.

Os fornos convencionais projetados para recozer e aquecer plásticos geralmente são os melhores. Você pode utilizar um forno de cozinhas industriais, obtido de uma empresa que fornece para restaurantes. Certifique-se de que o forno incorpora circulação de ar e sistemas precisos de controle de temperatura.



PROCEDIMENTOS

Para recozer a chapa Extrudada, aqueça-a a 80ºC, logo abaixo da temperatura de deflexão, e esfrie lentamente. Aqueça 1 hora por milímetro de espessura; para uma chapa fina, aqueça por um mínimo de 2 horas.

Os tempos de resfriamento geralmente são mais curto s do que os tempos de aquecimento (veja o quadro mais adiante). Para espessuras acima de 8 mm, o tempo de resfriamento em horas é igual à espessura em milímetros dividida por 4. Resfrie lentamente para evitar estresse térmico – quanto mais espessa a peça, mais lento o tempo de resfriamento.

Espere até que a temperatura do forno caia abaixo de 60ºC antes de remover os itens. A remoção de uma peça muito prematuramente pode anular os efeitos positivos do recozimento.

Ao recozer as peças de chapa Extrudada, apoie-as para evitar estresse. Por exemplo, a

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

parte central elevada da peça precisará de um apoio independente ela não pode ser apoiada a partir das bordas. A falta de apoio pode inibir o relaxamento ou causar arqueamento.

Certifique-se de que as partes sejam limpas e secas antes de recozer. Remova o revestimento de papel para evitar fundi-lo ao material. Remova qualquer revestimento com spray, fita protetora ou material similar. O revestimento de plástico pode ficar no lugar.

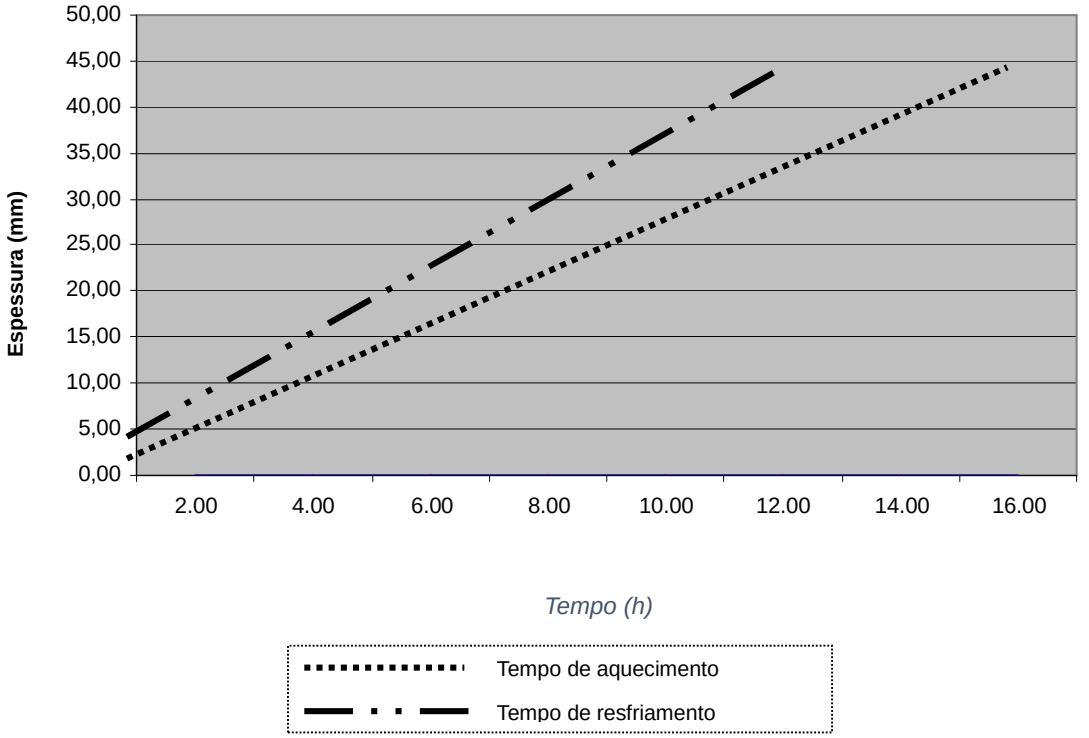
Se o único trabalho exercido na chapa for o trabalho com máquina e você não precisar tratar as junções coladas, o tempo de aquecimento pode ser reduzido. Isto se deve ao fato de que as máquinas formam estresses leves somente na superfície, a espessura total da chapa não precisa ser recozida. Aqueça por no mínimo duas horas; resfrie pela mesma quantidade de tempo. Se forem feitos orifícios na chapa inteira, posicione a peça de modo que o ar aquecido flua pelo orifício.

Se você estiver recozendo após colagem, deixe que a peça assente por no mínimo 6horas, para evitar a formação de bolhas resultante da evaporação rápida do solvente de colagem.

Espessura da Chapa x Tempo de Aquecimento/Resfriamento

Espessura		Tempo de Aquecimento	Tempo de Resfriamento	Freqüência de Resfriamento
Pol.	mm	(horas)	(horas)	(°C/h)
.080	2,0	2	2	12
.098	2,5	2,5	2	12
.118	3,0	3	2	12
.125	3,2	3,2	2	12
.177	4,5	4,5	2	12
.187	4,7	4,7	2	12
.220	5,6	5,6	2	12
.236	6,0	6	2	12
.275	9,5	9,5	2,5	8

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.



13- CORTE A LASER

Este informativo fornece recomendações sobre:

Equipamento

Procedimentos

Lista de Problemas, Causas e Soluções.

Informações sobre Segurança

EQUIPAMENTO

Os lasers de CO2, utilizados em aplicações apropriadas, são ferramentas poderosas e de custo efetivo para corte da chapa Extrudada. As pequenas peças complexas, com ângulos internos agudos, e as peças de qualquer tamanho que requerem tolerâncias de corte menores que 0.4 mm/m podem ser cortadas com o laser e deixadas com um acabamento de borda polido. Devido ao corte a laser oferecer uma incisão estreita (0.25 - 0.50 mm), a grande capacidade de formatos e tamanhos, bem como um corte limpo, polido e sem sujeira, torna-o a primeira escolha para muitas aplicações de qualidade.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

O Projeto do Laser de CO2

Os lasers de CO2 trabalham emitindo um feixe de luz paralelo que tem um comprimento de onda de 10.6 mícron. Este comprimento de onda de luz é bem absorvido por não metais. Quando o feixe de luz ou energia é focalizado através das lentes para um ponto muito pequeno, ele vaporiza o material que está em sua trajetória. Este feixe de luz focalizado pode ser mantido estacionário sobre uma tabela de posicionamento de eixos xy ou ele pode ser posicionado sobre uma superfície estacionária usando uma configuração de "cabeça móvel". Um ajuste de cabeça móvel signifique o feixe de luz do laser se move sobre o trabalho em um ou dois eixos, através do uso de espelhos e de equipamento de posicionamento mecânico. Os controla dores, microcomputadores e softwares utilizados para controlar o posicionamento do laser e o trabalho são muito similares aos hardwares e softwares utilizados com outros equipamentos com Controles Numéricos Computadorizados (CNC). Isto torna o projeto do uso do corte a laser não mais difícil do que o trabalho com qualquer máquina com CNC.

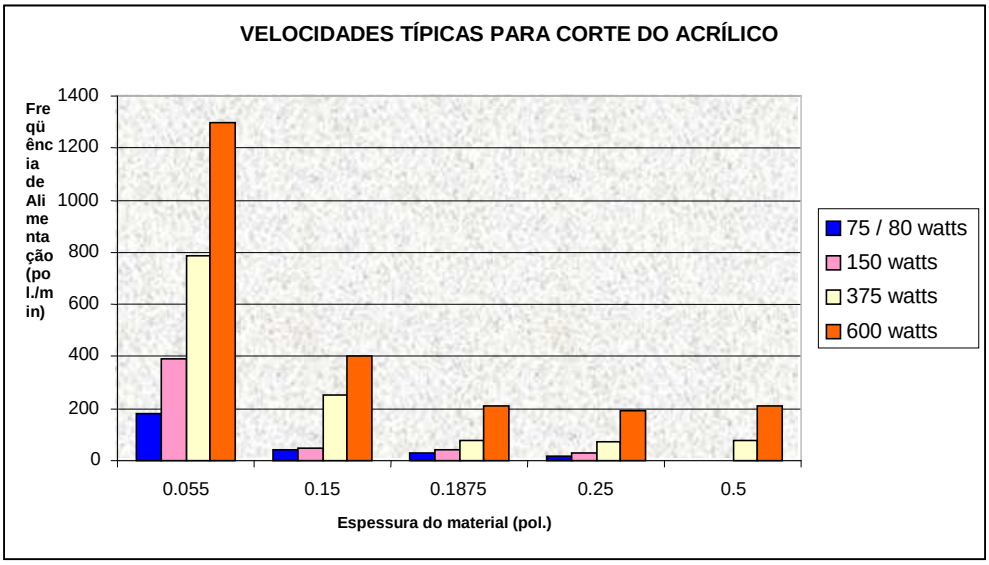
PROCEDIMENTOS

Instalação para cortar a Chapa

Há três variáveis básicas envolvidas ao cortar com laser, cada uma afetando a qualidade do corte e o nível resultante de estresse no material que está sendo cortado: a energia do laser, a frequência de alimentação e a frequência d e pulso. Todas elas podem ser ajustadas para permitir diferentes espessuras e acabamentos de bordas. Para cortar a chapa Extrudada, pode ser usado um laser pequeno de 40 watts para espessuras de até 6 mm. Porém, para conseguir uma borda de boa qualidade com o laser pequeno, você deve diminuir a frequência de alimentação para aproximadamente 500 mm/min. Para uma chapa mais espessa ou frequências de alimentação mais rápidas, é necessário um laser maior. Um laser de 180 watts fornecerá um corte rápido e econômico da maioria das espessuras da chapa de acrílico, usando apenas aproximadamente 75% de força. As máquinas de laser com voltagens mais altas, de 500 a 1000 watts, permitem maiores frequências de alimentação e corte com múltiplas cabeças ao mesmo tempo.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

VELOCIDADES TÍPICAS PARA CORTE DO ACRÍLICO



LISTA DE PROBLEMAS, CAUSAS E SOLUÇÕES

O aumento da energia do laser e a determinada frequência de alimentação, geralmente resultará em um acabamento mais lustroso, mas isto também aumenta o nível de estresse na borda da chapa. Uma frequência de alimentação mais rápida, com frequência de pulso mais rápida, geralmente resultará em uma borda com baixo estresse, porém menos lustrosa.

A frequência de pulso do laser (medida em pulsos por segundo – pps) é a frequência na qual o laser “dispara”. O feixe de luz do laser, na realidade, é uma série de pequenas explosões ou pulsos, não um fluxo contínuo. A frequência de pulso pode ser controlada de dois modos: proporcionalmente ao tempo ou proporcionalmente à distância percorrida.

Enquanto o método da frequência de pulso proporcional ao tempo é mais comum e mais fácil de programar no início, este método geralmente resulta em cantos internos queimados. O controlador xy leva mais tempo para fazer um canto do que uma linha reta, de modo que os cantos (particularmente os cantos internos) absorvem muita energia e tendem a derreter e tornar-se superestressados. Esta é uma consideração importante ao cortar materiais sensíveis como o acrílico. A frequência de pulso proporcional à distância percorrida elimina muito este problema. À medida que o controlador torna lenta a frequência de alimentação nos cantos, a frequência de pulso

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

também diminui, mantendo constante a quantidade de energia emitida em determinado ponto do corte.

Considerações Importantes ao Cortar a chapa Extrudada

Não importa quão sofisticado seja o controlador ou quão rápida seja a frequência de alimentação: o estresse da borda será sempre uma consideração em certas aplicações.

Toda vez que a chapa de acrílico é aquecida, existe a possibilidade de estresse por calor. Este problema é maior quando apenas uma parte da chapa é aquecida, o que é o caso do corte a laser. A interface no corpo não aquecido da chapa e a borda rapidamente aquecida, e rapidamente resfriada da chapa com corte a laser estão sujeitas à rachadura. Estas áreas altamente estressadas se estendem aproximadamente de 0.25 - 1,2 mm (dependendo da espessura) dentro da chapa. Elas são suscetíveis à rachadura pelo contato com solventes incompatíveis ou pelo elevado estresse mecânico, por exemplo, devido ao envergamento.

O ajuste da frequência de alimentação, frequência de pulso e energia pode minimizar o problema de estresse na borda. A energia mais baixa e a frequência de pulso mais lenta, combinadas com uma frequência de alimentação relativamente rápida, reduzem a quantidade de energia ou calor que é absorvido pela chapa, assim reduzindo a quantidade de estresse e a distância que o estresse se estende pela chapa. Porém, estas condições resultarão em um acabamento menos lustros o. Em algumas circunstancias, pode ser prático raspar ou tupiar as áreas estressadas.

Gás e Vácuo

A maioria dos lasers de alta potência são equipados com dispositivos de gás e vácuo. O tipo de gás usado, a frequência de fluxo do jato de gás, bem como a eficiência do vácuo na remoção de vapores pode influenciar a qualidade de corte a laser. Um bom fluxo de gás por todo o corte a laser combinado com um sistema efetivo de vácuo ajudará a remover os vapores que podem danificar a peça de trabalho, resultar em pequenas combustões ou deixar resíduos indesejáveis.

Filme de proteção Cortável a Laser

O desempenho do filme de proteção é uma consideração importante ao selecionar a

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

chapa acrílica para a sua aplicação. Se o filme de proteção não aderir bem, as peças podem ser danificadas ou arranhadas durante a fabricação de peças, e a eficiência do próprio processo de fabricação pode ser reduzida. Por outro lado, o filme de proteção pode ser difícil de ser removido, resultando em trabalho e custo extras. A escolha do filme de proteção apropriado para cada tipo e processo de fabricação pode ajudar a minimizar estes problemas.

Tradicionalmente, o filme de proteção de papel tem sido a melhor escolha para o corte a laser. Ele não se funde ao acrílico nas bordas do corte a laser. Sua adesão forte e consistente impedirá que o filme de proteção se levante enquanto está sendo manuseado ou cortado a laser, protegendo a superfície da chapa acrílica do calor e dos gases corrosivos gerados pelo laser. Existe ainda filme de proteção de polietileno desenvolvidos para corte a laser.

Para rendimento e eficiência máximos do corte a laser, pode ser usado um filme de proteção de polietileno adesivo claro, especialmente formulado. Este filme de proteção é muito fácil de ser removido de uma peça cortada a laser e ainda oferece adesão suficiente para aguentar o manuseio.

Para uma borda polida, está disponível um filme de proteção de polietileno não adesivo, especialmente formulado. Devido ao filme de proteção não adesivo deixar algum resíduo na borda de corte a laser, ele pode reduzir levemente a aparência polida da borda de corte a laser. Para aplicações que demandam uma borda com aparência altamente polida, é recomendado um filme de proteção não adesivo “cortável com laser”.

Outra consideração com relação ao filme de proteção é o enrugamento. A fim de reter a óptica original da chapa que está sendo cortada, o filme de proteção, particularmente o filme de proteção no topo da peça, não deve estar enrugado. Se o filme de proteção não estiver em contato com a chapa no ponto do corte, os gases do laser serão aprisionados entre o filme de proteção e a chapa, gravando a superfície. A gravação não é um problema na base da chapa, porque o sistema de vácuo a remove eficientemente da base da chapa antes que possa causar qualquer dano.

Manutenção

Como todo equipamento sofisticado, os cortadores de laser requerem manutenção

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

regular para um bom desempenho. É uma boa pratica observar o ajuste de energia requerido para cortar determinada espessura de material a uma velocidade de corte especifica. Com o tempo, o ajuste de energia deve ser elevado ou a velocidade de corte reduzida, porque a óptica do laser se torna suja ou fora de foco. Se isto ocorrer, a qualidade também diminui.

A manutenção regular por um técnico qualificado ajudará a manter a eficiência e a qualidade do corte.

Segurança

Embora os lasers sejam ferramentas sofisticadas, eles não são nem mais nem menos perigosos do que outros equipamentos, quando instalados e operados de forma apropriada.

Os óculos de proteção padrão geralmente são o único equipamento necessário para proteção dos olhos. Porém, nem todo s os óculos de segurança padrão são opacos a 10.6 mícron de luz (isto é, 5 a 10.600 nanômetros), comum a alguns lasers. O Padrão ANSI Z136. 1 estabelece que, o óculos de proteção deve ser rotulado com o comprimento de onda e o fator de proteção de densidade óptica. Um sistema de exaustão é necessário para remover os vapores potencialmente danosos liberados quando o material é cortado.

Dependendo do corte do material, pode ser necessário filtrar os vapores antes de dispersá-los para fora.

Emissão

Várias investigações cientificas foram realizadas por vários pesquisadores para determinar a quantidade e o tipo de emissões que resultam do corte a laser do acrílico. Apesar desses esforços, é impossível prever exatamente os subprodutos e suas concentrações na emissão de gases gerados pelo corte a laser do acrílico.

Isto depende dos parâmetros do laser, parâmetros do processamento, gases cobertos, método de exaustão e composição exata do polímero d e acrílico. Adicionalmente, estes estudos não incluem os efeitos do papel protetor ou do filme de proteção de polietileno fornecido na chapa acrílica, nem o possível impacto sobre pinturas.

Ao cortar o acrílico, a laser, a maioria do acrílico decomposto é convertida em seus

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

monômeros constituintes. Na chapa acrílica Extrudada típica, estes monômeros incluem aproximadamente 90% de metacrilato de metila e 10% acrilato de metila. Muitos fornecedores de acrílico também empregam acrilato de etila em suas formulações acrílicas.

Durante uma pesquisa cientifica independente foi encontrado que, entre os plásticos que testados, o acrílico resultou na mais baixa geração de aerossol (< 10 mg/m3). Seu trabalho também indicou que aproximadamente 90% das emissões do corte a laser do acrílico foram monômeros de metacrilato de metila gasosos.

Informações sobre Segurança

PRECAUÇÕES DE INCÊNDIO

A Chapa Acrílica Extrudada é um termoplástico combustível. Devem ser tomadas precauções para proteger este material das chamas e de fontes de calor. Normalmente, a Chapa Acrílica queima rapidamente até o fim, se o fogo não for extinto. Os produtos da extinção (extintores de incêndio), se houver presença de ar suficiente, são o dióxido de carbono (CO2) e a água. Porém, em muitos incêndios, não há disponibilidade de ar suficiente e será formado monóxido de carbono tóxico, como ocorre quando outros materiais combustíveis comuns são queimados. Recomendamos um bom julgamento no uso deste material versátil e sugerimos que os códigos de edificação sejam seguidos cuidadosamente, para assegurar seu uso apropriado.

COMPATIBILIDADE

Assim como outros materiais plásticos, a Chapa Extrudada está sujeita a quebra, trinca ou descoloração, se ela entrar em contato com materiais incompatíveis. Estes materiais podem incluir limpadores, polidores, adesivos, selantes, vedadores ou materiais para embalagem, emulsões de corte, etc. Veja os Informativos Técnicos nesta série para maiores informações ou entre em contato conosco.

AVISO IMPORTANTE

Acredita-se que as informações e determinações aqui inseridas sejam confiáveis, porém elas não foram elaboradas como uma garantia ou representação para a qual nós não

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

assumimos responsabilidade legal. Os usuários deverão realizar verificações e testes suficientes para determinar a conveniência de qualquer informação ou produtos aqui referidos para os seus próprios propósitos particulares. NÃO É FEITA GARANTIA DE QUALQUER PROPÓSITO PARTICULAR. Nada aqui contido deve ser tomado como permissão, induzimento ou recomendação para a prática de qualquer invenção patenteada sem licença.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.

Todos os devidos cuidados foram tomados na compilação das informações aqui contidas. As recomendações sobre o uso dos produtos são feitas sem garantia quanto as condições de uso e fogem ao controle da Bérkel. Cabe ao cliente assegurar-se de que o produto atenda ao fim a que se destina e que as condições de seu uso na pratica sejam adequadas.

As informações desta publicação são confiáveis e emitidas de boa-fé. Porém não foram elaboradas como uma garantia, a qual não assumimos responsabilidade legal. Os usuários deverão realizar testes suficientes para determinar a conveniência das mesmas para seus propósitos particulares.

O logotipo e a marca Bérkel são registros de propriedade da Bérkel S/A.