GE Structured Products

Placa® Lexan®
9030 • Exell D • Exell D ST • Margard
SG305 • ULG1000• Gepax

Lexan

Ghid de procesare & prelucrare

- **Formarea**
- **Prelucrarea**
- **Finisarea şi decorarea**

Introducere

Această broşură a fost concepută pentru a servi ca ghid pentru prelucrarea plăcii de policarbonat Lexan®.

Sunt descrise metodele de formare, prelucrare, finisare şi decorare. Pentru detalii şi consultanţă vă rugăm să vă adresaţi distribuitorului autorizat, **S.C. Esprit Group S.R.L. Braşov.**

Cuprins

Capitolul *Pagina*

1.0 Termo – Formarea 3
1.1 Pre-uscarea 4
1.2 Termoformarea 5
1.3 Încălzirea şi răcirea 6
1.4 Formarea în relief 7
1.5 Presiunea 8
1.6 Formarea simultană a două plăci 9
1.7 Designul / Proiectarea produsului 10
1.8 Forme şi proiectarea formelor / matriţelor 12
1.9 Domuri şi piramide 13
1.10 Plierea la cald 14
1.11 Curbarea la rece 15
2.0 Prelucrarea 16
2.1 Debitarea, tăierea şi decuparea 17
2.2 Găurirea 18
2.3 Frezarea 19
2.4 Dispozitive mecanice de prindere / fixare 20
2.4.1 Şuruburi şi piuliţe 21
2.4.2 Sisteme de nituire 22
2.5 Diverse tehnici de prelucrare 23
3.0 Finisarea, decorarea şi curăţarea 24
3.1 Rezistenţa chimică 25
3.2.1 Vopsirea 26
3.2.2 Imprimarea cu site 27
3.2.3 Tratamente anti-statice 28
3.3 Adezivi şi materiale de etanşare / tipuri de silicon 29
3.4 Recomandări privind curăţarea 32

1.0 Formarea

De la trenuri de mare viteză la mobilier stradal, de la snowmobile la semne de circulaţie, produsele realizate din placa Lexan® sunt concepute şi produse într-o gamă extrem de largă de forme şi dimensiuni. Una dintre cele mai economice metode de a produce aceste piese o constituie termoformarea.

Termoformarea plăcii de policarbonat Lexan® policarbonat reprezintă un proces recunoscut care oferă proiectantului libertatea de a elabora forme complexe ale căror raport preţ / prestaţie oferă avantaje semnificative în comparaţie cu metodele tradiţionale de producţie. Costurile reduse pentru utilaje / pregătirea fabricaţiei, producţia de piese mari şi durata redusă de timp contribuie împreună la avantajul procesării produselor din placă prin această metodă. Odată cu introducerea tipurilor de plăci Lexan® Exell® D şi Lexan® Margard FMR, termoformarea se poate aplica şi produselor cu suprafaţa tratată cu condiţia ca inginerul să fie informat la zi cu privire la toate posibilităţile de proiectare.

Pe când procesul de termoformare este foarte simplu, există o gamă variată de etape diferite privind procesarea, producţia, proiectarea / concepţia şi finisarea. Pentru a veni în întâmpinarea proiectantului şi procesatorului la alegerea metodei de producţie optime, capitolul următor subliniază unele dintre tehnicile utilizate la proiectarea şi fabricaţia produselor termoformate din placă de policarbonat Lexan®.

Tabel 1.0: Formabilitatea

Materialul	Formare prin vid	Formare în relief	Formarea simultană a 2 plăci	Formare prin presiune	Pliere la cald / rece**	Curbare la rece	Laminare plană	Laminare curbă
Lexan® 9030	X	X	X	X	X	X	X	X
Margard® MR5E					X			
Margard® MRA3					X			
Margard® HLG5					X		X	
Margard® HLGA3					X		X	
Margard® FMR		X			X	X		
Margard® FLG5		X			X		X	X
Exell® D	X	X	X	X	X	X		
Exell® D ST	X	X	X	X	X	X		
Tipuri pentru semnalistică	X	X	X	X	X	X		
CTG	X				X			
Tipurile FR	X	X	X	X	X	X		
Gepax®	X	X	X	X	X	X		
Ultem®	X		X	X	X	X		

* Suprafaţa plăcii transparente care intră în contact cu suprafaţa matriţei poate deveni mată sau cu distorsionare optică.
** Suprafeţele rezistente la UV sau la abraziune pot fi afectate în zonele de curbare în timpul procesului de curbare.

1.1 Pre-uscarea

Majoritatea răşinilor termoplastice, incluzând produsele sub formă de placă, sunt higroscopce, ceea ce înseamnă că absorb umezeala. Umezeala se formează în placa de polimer în timpul fabricaţiei, transportului şi depozitării. În starea extrudată, aceasta nu prezintă nici o problemă. Dar în timpul formării, umezeala excesivă poate cauza formarea de bule sau poate conduce la alte probleme legate de netezimea suprafeţei precum şi la reducerea rezistenţei acesteia..

Deşi în comparaţie cu alte materiale higroscopice cantitatea de apă absorbită este insignifiantă, este esenţial ca aceasta să fie îndepărtată înaintea începerii procesului de formare. Se recomandă pre-uscarea într-un cuptor cu circuit forţat de aer la temperatura de 125°C ± 3°C. Temperatura de pre-uscare nu va depăşi temperatura de 125°C, pentru a se evita afectarea plăcii, iar aerul trebuie să fie schimbat de cel puţin 6 ori pe oră pentru a se îndepărta vaporii de apă. După îndepărtarea foliei de protecţie placa se va suspenda în cuptor în poziţie verticală şi se va supune procesului de pre-uscare conform recomandărilor specificate în Tabelul 1. Există şi alternativa de a pune plăcile în rafturi cu condiţia ca între plăci să existe o distanţă liberă de 1,0 - 2,5 cm.

Plăcile pre-uscate trebuie să fie prelucrate în termen de câteva ore. Această durată de timp depinde de grosimea peretelui plăcii şi de condiţiile locale de mediu.

Tabelul 1.1: Duratele de timp recomandate pentru uscare

Grosimea plăcii (mm)	Timpul de uscare, durata (ore)
0.375	0.15
0.50	0.25
0.75	0.50
1.00	1.00
1.50	1.50
2.00	3.00
3.00	4.00
4.00	10.00
5.00	16.00
6.00	24.00
8.00	36.00
9.50	40.00
12.00	48.00

1.2 Tehnici de termoformare

Produsele din policarbonat Lexan® se pot termoforma cu uşurinţă şi se poate obţine o gamă variată de aplicaţii în urma acestui proces. Etapele de bază constau din încălzirea, formarea şi răcirea unui produs din placă termoplastică. Există mai multe tehnici de formare, dintre care unele se rezumă numai la încălzirea plăcii pentru ca aceasta să se plieze după forma pozitivă sau negativă a modelului. Altele, cum ar fi de exemplu formarea prin vid sau presiune, fac ca placa să se plieze după model prin presiune sau sucţiune (vid). Deşi procesele sunt uşor diferite, etapele acestora sunt similare, aşa cum se poate vedea în figurile 1.1-1.4.

Mai întâi placa este prinsă cu toate laturile de interiorul unei rame – cadru. Deasupra plăcii se deplasează o sursă de căldură până când placa devine elastică. Apoi se îndepărtează sursa de căldură şi se ridică masa matriţei / modelului. Se elimină aerul dintre placă şi matriţă iar placa este deplasată înspre matriţă, preluând forma acesteia. Se poate aplica şi o anumită presiune pe partea pozitivă a matriţei în scopul obţinerii mai exacte a detaliilor matriţei pe placă. Placa este apoi răcită, matriţa este deplasată în jos şi produsul este scos din matriţă. Se scot marginile de fixare a plăcii şi dacă est necesar se mai prelucrează produsul în scopul finisării sale.

Ca parte a procesului de fabricaţie, această tehnică oferă avantaje semnificative şi este utilizată pe scară largă datorită simplităţii şi costurilor ei reduse.

Placa Lexan® Margard® nu poate fi supusă acestui proces deoarece ar afecta straturile superficiale de protecţie specifice acestui tip de placă.

Principalele avantaje ale termoformării sunt enumerate mai jos:

- Producţia de piese de la mici la mari
- Durata redusă de prelucrare
- Serii de produse în număr mic şi mediu
- Flexibilitate

Fig.1.1: Formare pozitivă **Fig.1.2: Formare negativă**

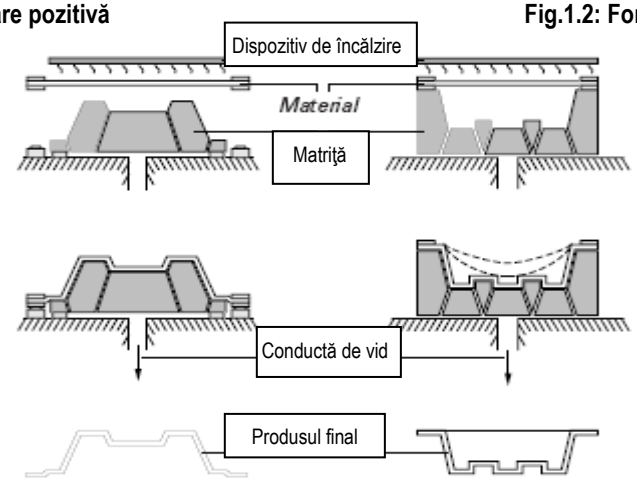
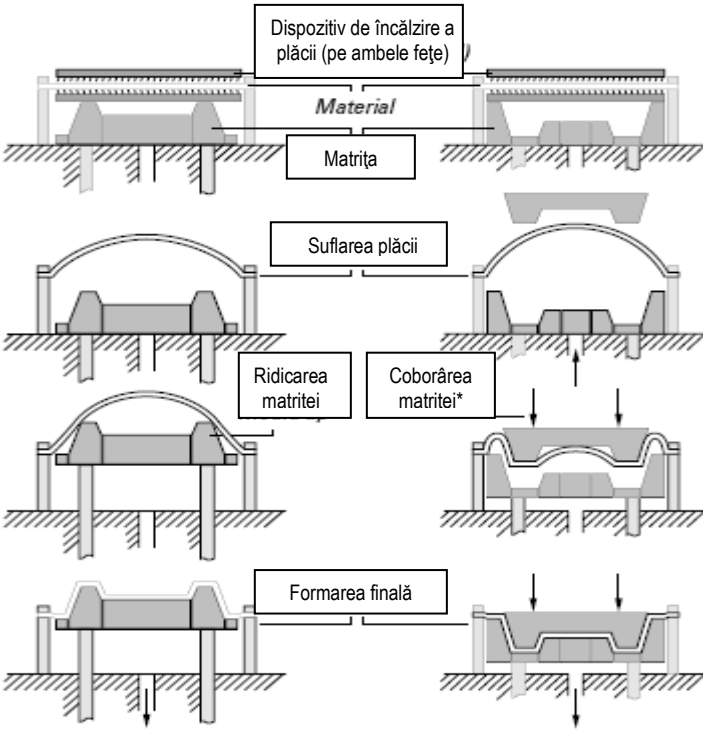


Figura 1.3 Formarea de bule Figura 1.4 Formare cu contra-piesă



Încălzirea şi răcirea plăcii

Încălzirea plăcii

Încălzirea controlată şi uniformă a plăcii de policarbonat Lexan® constituie factorul cheie pentru calitatea bună a pieselor termoformate. Se recomandă dispozitive de încălzire de tip sandwich deoarece acestea asigură o încălzire lentă şi uniformă a ambelor feţe ale plăcii. Acestea dispozitive de încălzire pot fi de tip ceramică sau cuarţ infra-roşu.

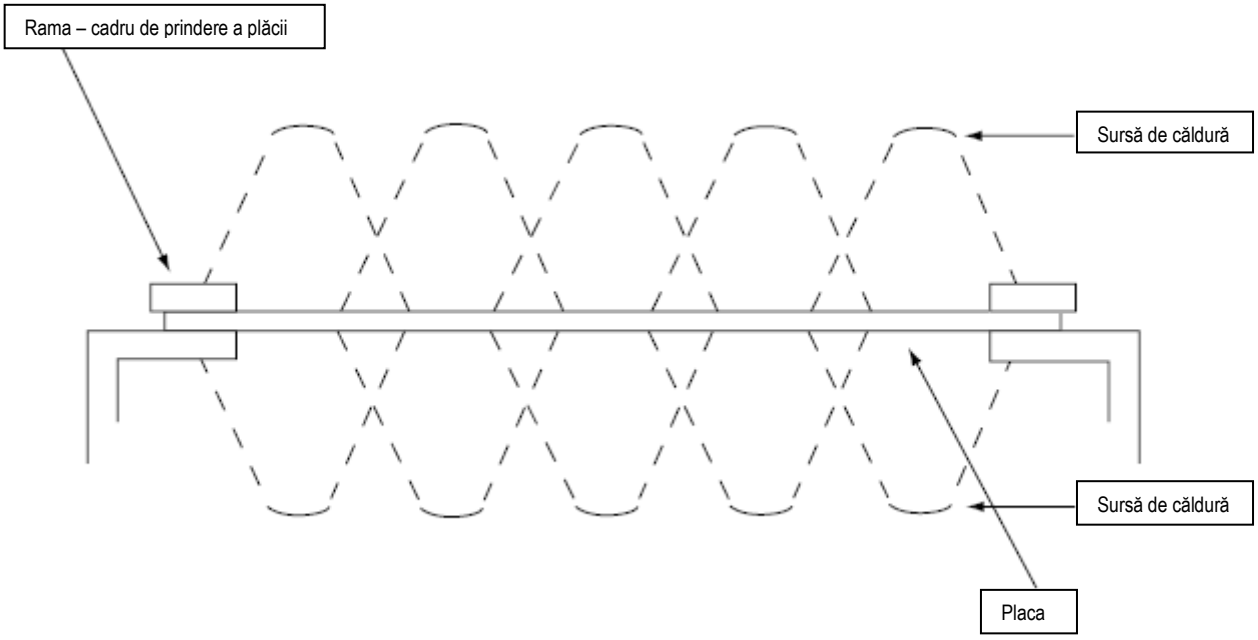
Se recomandă ceasuri / cronometre proporţionale în conjuncţie cu viteza controlată de încălzire şi o atenţie şi grijă deosebită cu privire la variaţiile de putere *(electrică)* şi de umiditate a aerului.
Viteze reduse de încălzire contribuie la evitarea punctelor fierbinţi şi permit marginilor plăcii să ajungă la temperatura necesară pentru formare. Se recomandă pre-încălzirea ramei-cadru pe care se prinde placa la temperatura de 120°C - 130°C. Deoarece placa din policarbonat Lexan® se răceşte foarte rapid, este esenţial ca controlul final şi încălzirea să se facă chiar pe utilajul de format. Domeniul normal de temperatură la care trebuie să ajungă placa pentru formarea mecanică sau în vid este cuprins între 170°C - 225°C.

Condiţiile optime pentru formarea plăcii depind de proiectul piesei, raportul de tragere, grosimea plăcii şi tehnica de formare utilizată. Însă în toate cazurile se aplică următoarele reguli de bază:

- Formarea la temperaturi scăzute conferă cea mai bună rezistenţă termică la temperaturi ridicate, subţieri reduse şi, în general, cicluri cu durata mai redusă.
- Formarea la temperaturi ridicate conferă cele mai reduse niveluri de tensiuni interne dar creşte contracţia matriţei iar grosimea materialului s-ar putea să-şi piardă uniformitatea.

.
Un compromis între aceste două extreme va conduce, de regulă, la realizarea unor piese cu proprietăţi acceptabile în cadrul unor cicluri de lucru de durată satisfăcătoare.

Fig. 1.5: Încălzirea simultană a ambelor feţe



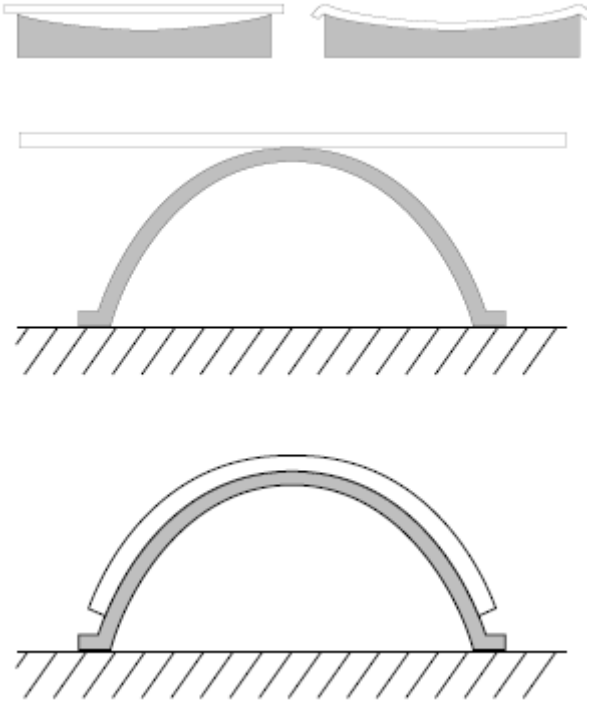
Răcirea plăcii

Timpul de răcire depinde de mai mulţi factori. Printre aceşti factori se numără temperatura mediului ambiant, temperatura de formare şi cea a matriţei, materialul din care este făcută matriţa, sistemul de răcire, grosimea piesei şie geometria proiectului. Având în vedere că placa din policarbonat Lexan are o temperatură de distorsionare relativ ridicată, piesele formate se pot scoate de pe matriţă la o temperatură în jur de 125 grade C.

1.4 Plierea prin termoformare

Plierea constituie cea mai simplă dintre toate tehnicile de termoformare. Utilizând fie o matriţă-mamă sau o matriţă tată, se încălzeşte placa iar aceasta se va plia / va lua forma matriţei fie datorită propriei greutăţi a plăcii sau cu ajutorul unei uşoare presiuni mecanice.
Procesul implică aşezarea plăcii (după ce folia de protecţie a fost îndepărtată) şi a matriţei într-un cuptor cu circulaţie de aer cald.
Se va ridica tempera la punctul la care placa se înmoaie (între 140°C - 155°C) şi se pliază după forma matriţei. Apoi se scoate rama-suport şi placa din cuptor şi se lasă să se răcească.

Figurile 1.6 şi 1.7 prezintă etapele de bază ale procesului.



Depăşirea punctului de tranziţie de sticlă al materialelor din Lexan poate conduce la o calitate optică mai scăzută.
Pre-uscarea nu este necesară datorită temperaturilor scăzute de prelucrare / procesare.
Procesul de pliere poate fi o combinaţie a unor metode diferite. Acestea includ:

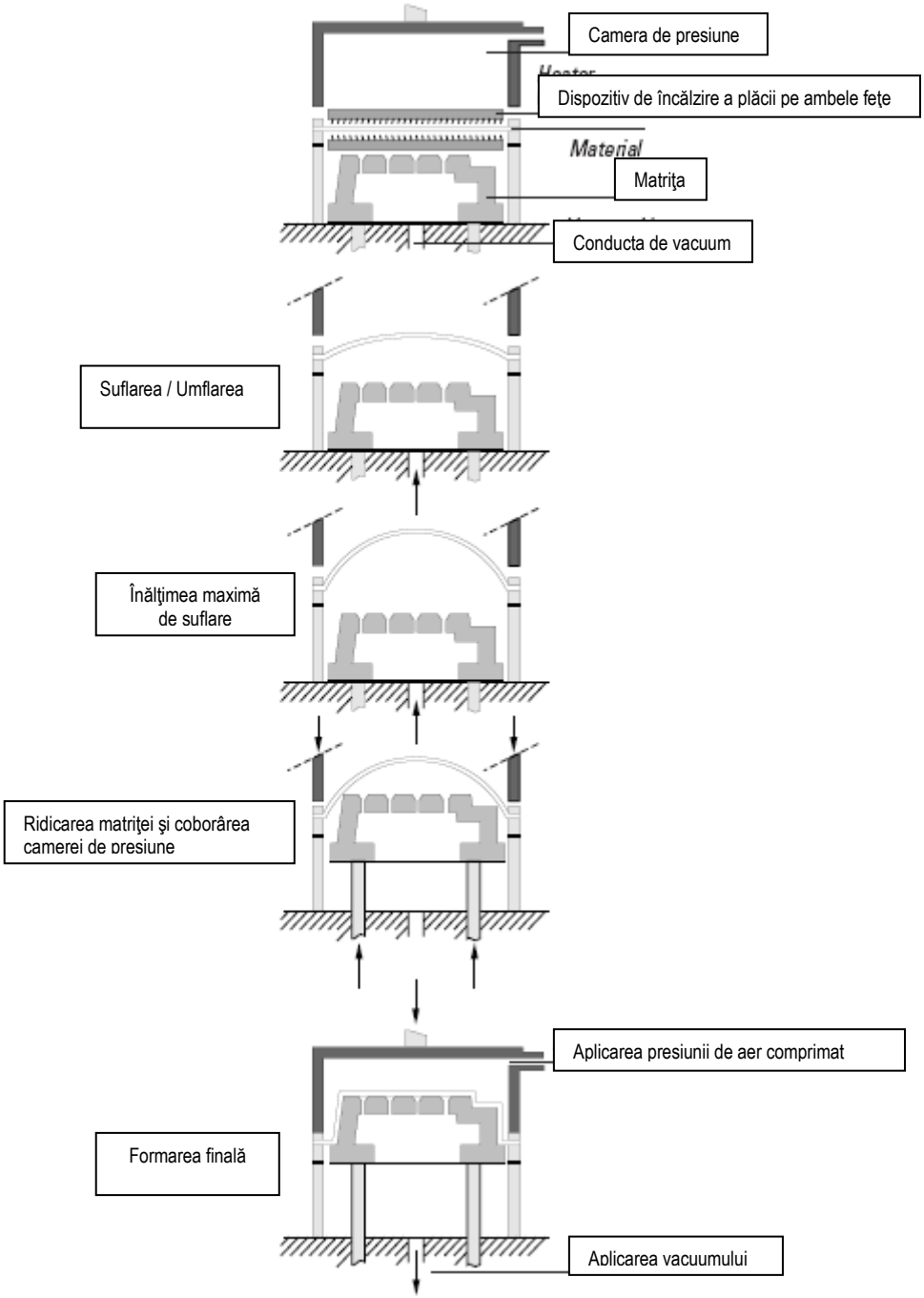
- Formarea sub greutatea proprie la o temperatură de 155°C.
- Formarea sub greutatea proprie plus aplicarea unei uşoare presiuni mecanice (155°C)
- Curbarea la rece a pliurilor şi introducerea în cuptorul cu temperatura între 140°C-155°C.
- Curbarea la rece a plăcii peste matriţă, expunerea acesteia la temperatura de 150°C şi aplicarea de vacuum pentru a se putea obţine forma tridimensională dorită.

Se vor respecta cu stricteţe instrucţiunile privind curbarea la rece în scopul prevenirii apariţiei crăpăturilor de suprafaţă în cazul produselor cu protecţie superficială.
Răcirea va fi întotdeauna lentă şi naturală.
În cazul în care formarea se face prin greutatea proprie a plăcii se va folosi o placă de dimensiuni mai mari în scopul evitării problemelor legate de contracţia materialului. Alternativ, plăcile se pot introduce în cuptor iar matriţa se lasă chiar în faţa acestuia.
Odată ce placa ajunge la temperatura necesară, se scoate rapid din cuptor şi se lasă să se plieze pe matriţă. Mutarea plăcii din cuptor pe matriţă se va face foarte rapid, deoarece placa Lexan® se răceşte repede, odată ce a fost scoasă din cuptor.
Printre aplicaţiile tipice se numără vizierele şi vitrajele de siguranţă din industria auto, unde produsele din placă Lexan® fac faţă cu brio cerinţelor exigente privind calitatea .
În astfel de aplicaţii matriţa trebuie să fie confecţionată dintr-un material cu suprafaţa lucios de netedă, cum ar fi de exemplu oţelul, aluminiul sau chiar sticla, cu scopul de a se atinge calitatea optică dorită şi necesară.

1.5 Formarea sub presiune

Formarea sub presiune este similară formării în vid. Deosebirea constă în faptul că pe durata ultimei etape a procesului de formare se aplică o presiune prin intermediul aerului comprimat asupra părţii pozitive a matriţei, astfel ca placa să fie forţată să se muleze cât mai exact pe matriţă. Rezultatul este o piesă cu profile exacte şi cu o geometrie exactă a detaliilor.
Etapele de bază ale acestui proces sunt ilustrate în figura 1.8, unde se poate vedea camera de presiune montată deasupra matriţei.
Prin acest proces se pot obţine detalii exacte şi de fineţe, tipice fiind suprafaţa texturată şi raze mici de curbură.

Fig.1.8: Formarea sub presiune



1.6 Formarea simultană a 2 plăci

Formarea simultană a două plăci constituie o dezvoltare a tehnologiei de formare prin vacuum prin care se formează simultan 2 plăci şi se produce o aplicaţie cu un volum / spaţiu gol închis etanş. Etapele de bază ale procesului sunt subliniate în figurile 1.9a-d.

Elementul esenţial în cadrul acestui proces din cadrul acestei tehnici îl constituie controlul foarte exact al temperaturii, având în vedere că numai o singură faţă a plăcii este încălzită. Este vitală capacitatea de a controla gradul de încălzire din fiecare zonă a plăcii în parte.

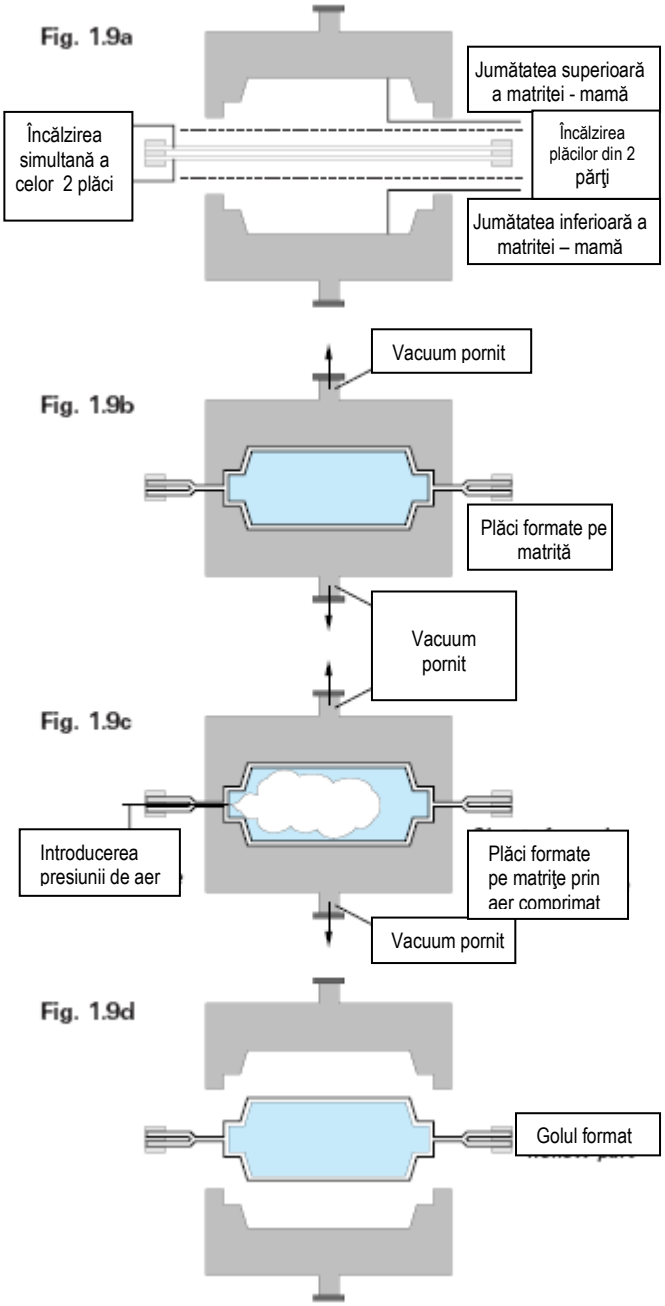
Este necesară şi montarea de celule foto pentru a se controla gradul de înmuiere al plăcii. Adesea se foloseşte aer cald pentru a împiedica cele două plăci să se atingă între ele.

Ca un proces de înaltă performanţă pentru producerea de piese goale în secţiune, acesta este indicat mai ales pentru producţia de serie mare. Aplicaţiile tipice sunt boxe / cutii de bagaje, tubulatură de ventilaţie, trape şi luminatoare de acoperiş.

Îmbinarea dintre cele plăci se realizează prin efectul combinat al topirii şi al presiunii / apăsării laolaltă al celor două plăci în matriţă.

Această îmbinare nu necesită nici un fel de adeziv. Această metodă se poate folosi pentru obţinerea unor produse realizate din două materiale, culori sau grosimi diferite. Firma Geiss-Germania şi Shelley-Marea Britanie produce echipamente complet automatizate pentru această metodă.

Fig. 19a – d: Formarea simultană a 2 plăci



1.7 Proiectarea produsului

Factori majori care influenţează proiectarea produsului termoformat se împart în 4 categorii principale:

- funcţionalitatea,
- economia,
- estetica,
- prelucrarea.

Primele trei categorii depind în cea mai mare măsură de produsul în sine. Dar în zona de producţie apar anumite limitări impuse chiar de natura acestui proces. Pentru a veni în sprijinul proiectantului şi al producătorului în faza de proiectare, principalii factori care afectează fabricaţia sunt următorii:

Geometria produsului

Geometria produsului determină gradul de întindere / elongaţie al plăcii, care la rândul este funcţie de raportul de tragere. Raportul de tragere este relaţia dintre aria suprafeţei produsului termoformat (S) şi suprafaţa disponibilă a plăcii (s) din interiorul ramei-cadru de prindere a acesteia. (Vezi figura 1.10.a-b)

Raportul de tragere (QS) = S/s = $\frac{LW + 2LH + 2WH}{LW}$

O relaţie similară există şi între grosimea plăcii şi grosimea medie a produsului termoformat.

QT = T / T'

Recomandările de mai sus pleacă de la premisa că grosimea piesei este distribuită uniform pe toată suprafaţa acesteia, cu o geometrie a piesei mai mult sau mai puţin simetrică. Dacă componenta este lungă şi subţire, întinderea ei poate fi / deveni unidirecţională, ceea ce ar conduce la o subţiere excesivă a materialului în anumite puncte sau chiar zone. Pentru asemenea cazuri se recomandă ca adâncimea tragerii să fie limitată la o valoare egală cu cea mai mică lăţime a produsului. Pentru produsele formate în vacuum se acceptă de regulă un raport de tragere de 3:1, ca limită maximă a acestuia.

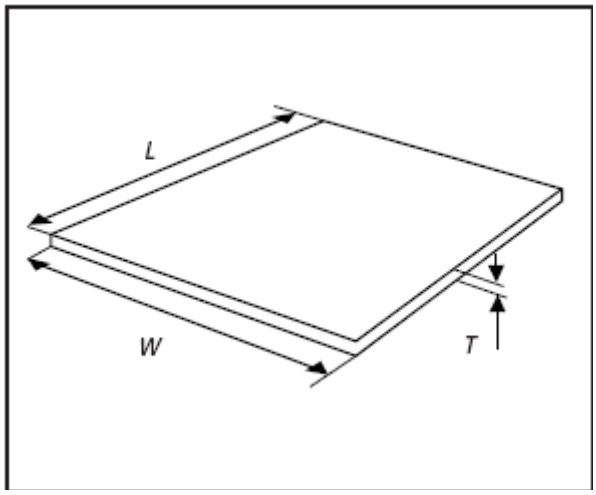
Razele produsului

În toate cazurile, indiferent dacă este vorba despre formarea pozitivă sau cea negativă, toate modificările de geometrie ar trebui să fie prevăzute cu raze generoase. Criteriul de bază îl constituie
faptul că toate razele ar trebui să fie cel puţin egale cu grosimea peretelui. Direcţiile de urmat sunt ilustrate în figura 1.12.

Unghiurile de tragere

Produsele din placă din policarbonat Lexan®, trăsătură comună a tuturor materialelor termoplastice, se contractă în momentul răcirii lor. Din acest motiv este esenţial ca tuturor suprafeţelor să li se prevadă unghiuri adecvate din faza de proiect, astfel asigurându-se scoaterea facilă a piesei de pe matriţă.
Pentru matriţe pozitive se recomandă unghiuri minime cuprinse între 2° şi 3°. Sunt de preferat unghiurile cuprinse între 5° şi 7°, dacă geometria piesei permite acest lucru. Pentru formarea negativă se recomandă unghiuri minime cuprinse între 0,5° şi 1°. Dacă totuşi matriţa este texturată, se recomandă unghiuri cuprinse între 2° şi 3°.
Pentru a se evita formarea tensiunilor şi scoaterea cu dificultate a piesei datorită contracţiei ce intervine după formarea pe matriţă (0.8-1%), scoaterea piesei din Lexan® se va efectua la o temperatură de 120°C.

Figura 1.10a – b: Determinarea dimensiunii plăcii de prelucrat



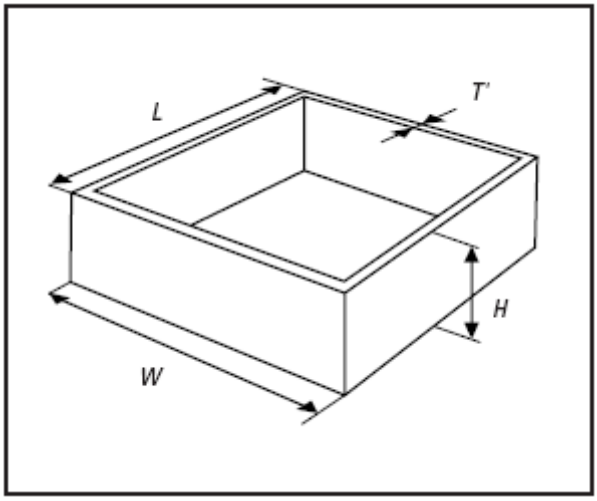
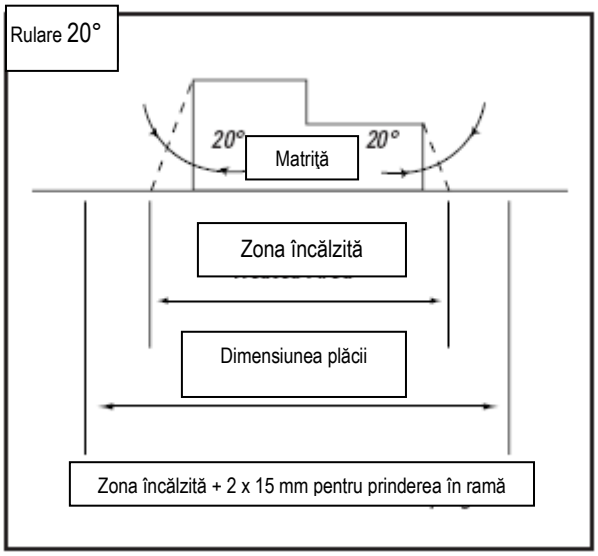


Figura 1.11: Dimensiunea necesară a plăcii pentru termoformare



Decupări

Decupările / decupajele sunt posibile prin operaţia de formare cu vacuum. Totuşi, matriţa devine, de regulă, mai complexă iar procesarea mai dificilă.. Decupajele se întâlnesc de obicei în cadrul operaţiei de formare negativă iar cea mai simplă metodă este ca matriţa să includă o piesă mobilă / detaşabilă.

Un exemplu tipic este acela al unei margini pe circumferinţa piesei, aşa cum este ilustrat în figura 1.13. Piesa detaşabilă / liberă poate fi un inel din două sau mai multe bucăţi, inel care se scoate de pe piesă după formarea acesteia. Această metodă de producere a unei decupări este laborioasă şi cu siguranţă va prelungi durata ciclului de lucru.

În cazul unor serii mari de producţie, piesele active pot fi incluse în matriţă şi pot fi activate fie de cilindri pneumatici sau hidraulici.

Fig. 1.12: Razele minime recomandate

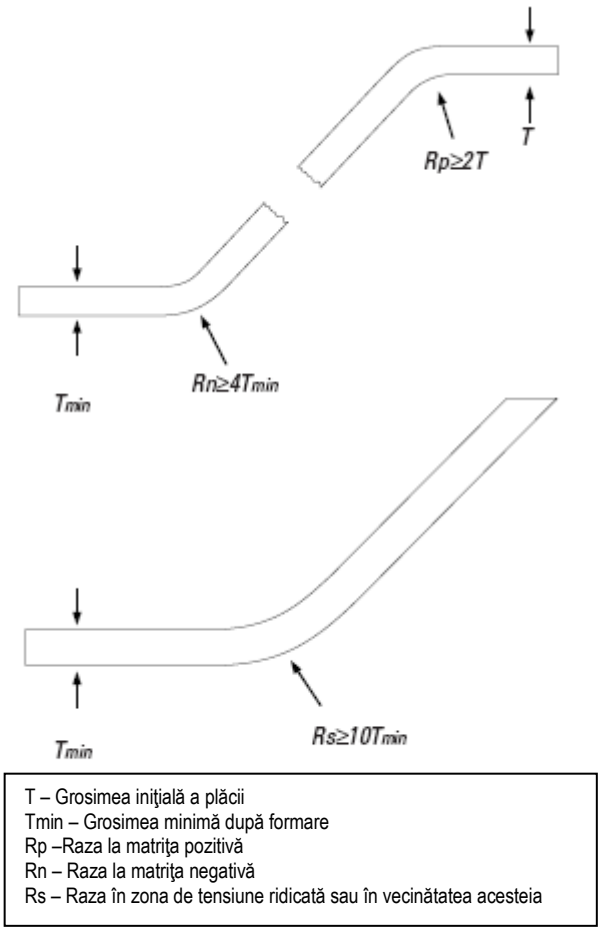
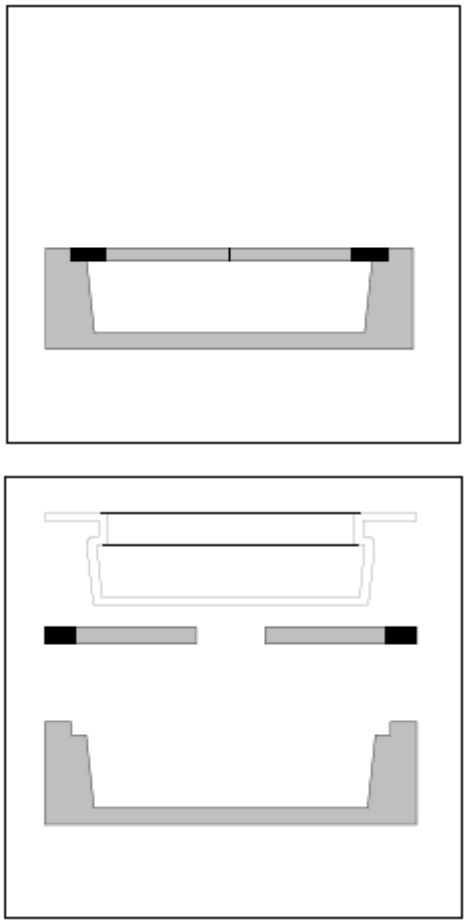


Fig. 1.13: Design tipic de decupaj



1.8 Matriţele şi designul matriţelor

Matriţele folosite pentru termoformarea produselor din placă din policarbonat Lexan® sunt relativ ieftine şi pot fi realizate din diferite materiale. În funcţie de numărul de piese dorite şi de calitatea acestora, matriţele pot fi realizate din lemn, piatră, răşini epoxidice, poliester umplut cu metal sau diferite metale. Având în vedere că acestea trebuie să reziste doar presiunii atmosferice, uzura este redusă iar curgerea plasticului pe matriţă este minimă.
Pentru prototipuri şi producţia de serie mică se pot folosi matriţe din lemn. Deşi lemnul oferă avantaje prin faptul că este uşor de găsit, are şi el dezavantajele sale. Matriţele din lemn nu sunt stabile din punct de vedere al stabilităţii dimensionale, mai ales la temperaturi de formare ridicate, iar în cazul matriţelor mari presiunea de scoatere a produsului poate afecta negativ suprafaţa matriţei.
Pentru serii medii sau pentru producţia de masă se recomandă materiale epoxidice sau acrilice formate la rece sau matriţe din materiale umplute cu aluminiu. În aceste cazuri poate fi necesar să se prevadă canale de răcire în matriţă, canale care să disipeze căldura acumulată. Pentru consistenţa piesei este esenţial ca temperatura matriţei să fie menţinută la un nivel constant pe toată durata procesului de formare.

Contracţia

În scopul contrabalansării contracţiei ulterioare formării, toate dimensiunile se vor calcula cu 0.8%-1% mai mari.

Orificiile de vacuum

Operaţia de evacuare a aerului din matriţă trebuie să fie foarte rapidă. Totuşi, orificiile de vacuum trebuie să fie atât de reduse încât să nu lase urme pe produs după formare. Se recomandă ca orificiile de vacuum ale matriţei să aibă un diametru de 0.5-0.75 mm. Aceste orificii fi făcute şi pe partea inferioară a matriţei pentru a se ameliora evacuarea de aer, aşa cum este ilustrat în figura 1.15a

Fig.1.14: Matriţă tipică formării în vacuum

Fig.1.15a: Recomandări privind orificiile de vacuum

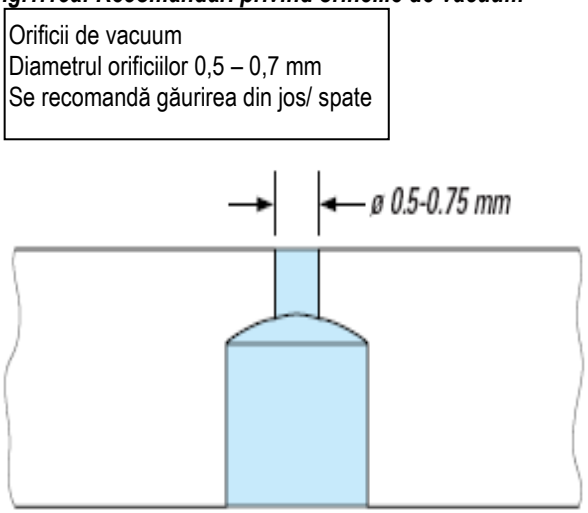
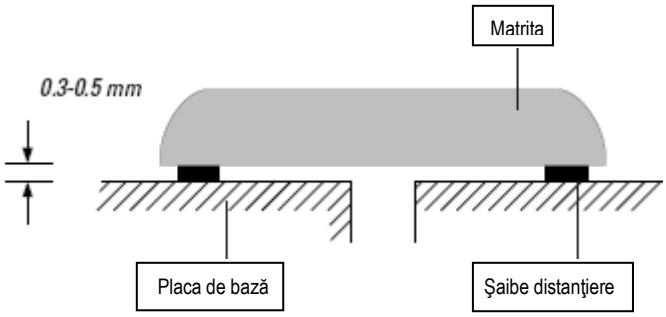


Fig.1.15b: Recomandări privind rostul / slotul



1.9 Bolţi şi piramide

Bolţile sunt, probabil, cele mai simple aplicaţii ale procesului de termoformare. Această tehnică implică prinderea marginilor plăcii şi, după încălzire, aplicarea unei presiuni uşoare din / pe partea de jos. Astfel placa se întinde precum o membrană elastică şi formează bolta. Forma bolţii se păstrează până la răcirea plăcii prin intermediul unui control foarte exact al presiunii aplicate.

Etapele de bază ale procesului sunt prezentate în figura 1.16.

Mai departe, piramidele se pot produce similar celor prezentate în figura 1.17. Rolul matriţei poate fi preluat de un simplu cadru de lemn iar după aplicarea presiunii, matriţa este ridicată şi se lasă placa să se răcească pe matriţă. Contactul plăcii cu matriţa se limitează la muchiile piramidei ceea ce poate contribui la realizarea unor piese cu calităţi optice deosebite.

Se recomandă procesarea la temperaturi cuprinse între 170°C şi 180°C.

Fig. 1.16: Bolţi suflate

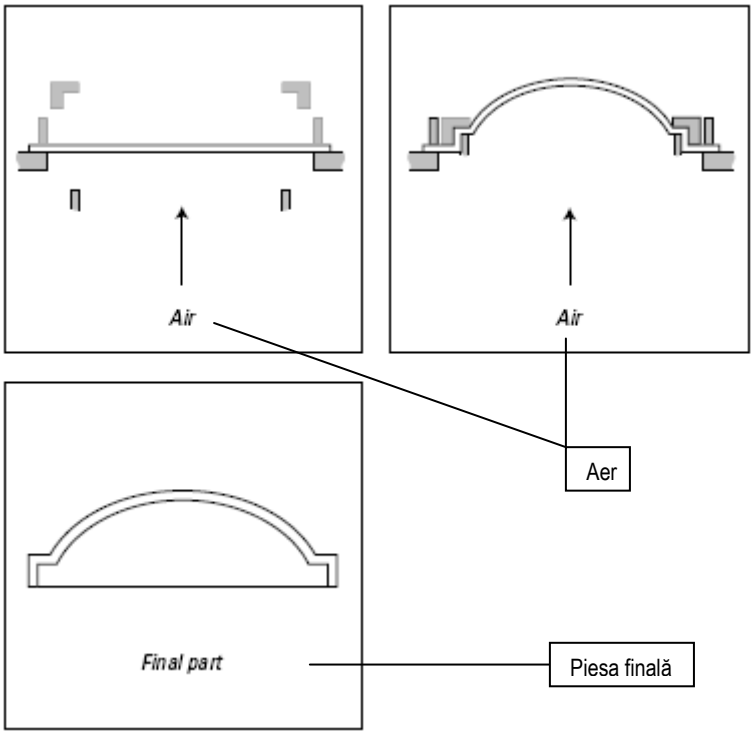
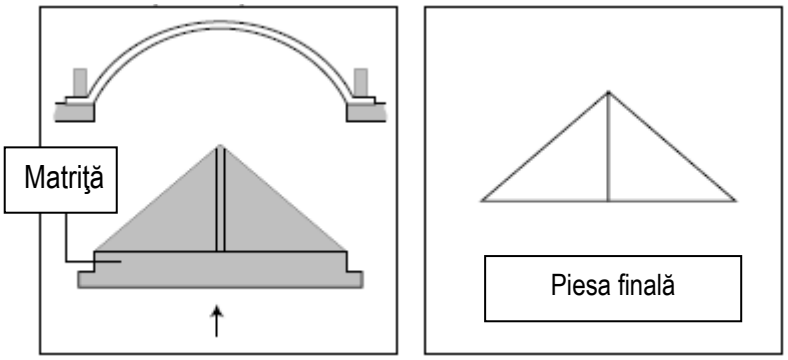


Fig.1.17: Metodă tipică de realizare a unei piramide



1.10 Plierea / Îndoirea la cald

Plierea la cald este un proces prin care se încălzeşte zona de pliere / îndoire în scopul formării unor plăci mai groase sau a unor unghiuri mai ascuţite. Se încălzeşte placa numai în zona de pliere cu ajutorul unui radiator, de regulă un radiator pe bază de rezistenţă electrică. În funcţie de tehnologie, placa se poate încălzi pe una sau pe ambele feţe. În cazul încălzirii pe o singură faţă, placa trebuie întoarsă de pe o parte pe cealaltă de mai multe ori pentru a se obţine încălzirea optimă. Folie de protecţie se poate lăsa pe placă pe durata întregului proces de pliere la cald.
În momentul în care placa a atins temperatura de 155°C-165°C se opresc radiatoarele şi se pliază / îndoaie placa în unghiul dorit. Pentru toleranţe mici şi / sau producţie de masă se recomandă utilizarea unui utilaj de pliere echipat cu radiatoare cu control al temperaturii pentru ambele feţe ale plăcii. În figura 1.18. este prezentat un aranjament specific acestui proces.
Deoarece acest proces implică încălzirea locală, caracteristicile de dilatare ale plăcii nu sunt previzibile în totalitate. Pentru plăci în lăţime de până la 1 m, linia de pliere este de regulă o dreaptă. Pentru plăcile cu lăţimea mai mare de 1 m linia de pliere este de regulă concavă, cu marginile laterale ridicate, aşa după cum se poate vedea în figura 1.19.
Se pot construi pliuri simple care să permită ca placa să se răcească în poziţie, ceea ce reduce gradul de distorsionare al acesteia. Pentru toate cazurile se recomandă producerea unor piese prototip pentru a se determina fezabilitatea operaţiei de pliere.

Fig.1.18: Aranjament tipic pentru plierea la cald.

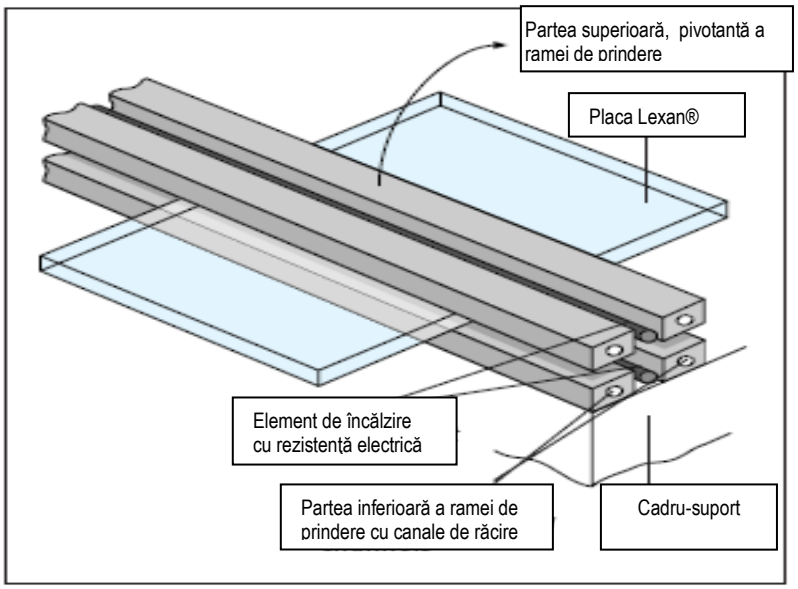
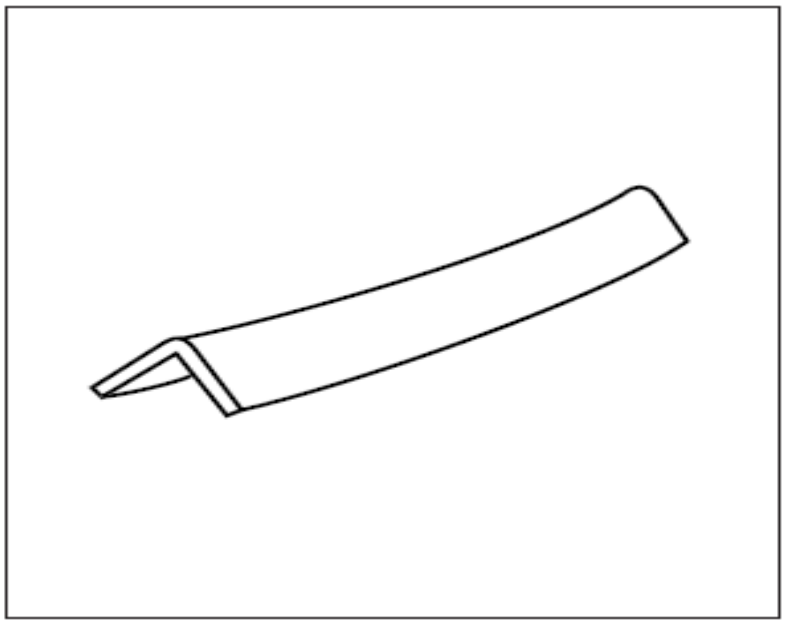


Fig.1.19: Efectul de muchie concavă în cazul plăcilor late



1.11 Curbarea la rece

Această tehnică implică tensionarea plăcii dar comportamentul caracteristic al plăcii nu se schimbă în mod substanţial cu condiţia luării anumitor măsuri de siguranţă.

Curbarea la rece
Această tehnică implică pur şi simplu montarea unei plăci curbate, scop pentru care se aplică o anumită presiune de îndoire asupra acesteia. Mărimea presiunii de apăsare aplicate pentru curbarea plăcii depinde de grosimea plăcii şi de razele de curbură, cu condiţia ca aceste raze să nu depăşească valorile maxime recomandate. Presiunea / forţa de apăsare nu va influenţa comportamentul plăcii respective.
Criteriile de bază pentru valoarea razelor minime îl constituie **de 100 ori** grosimea plăcii pentru produsele din placă Lexan® fără protecţie superficială, **de 175 ori** grosimea plăcii pentru Lexan® Exell® D şi **de 300 ori** grosimea plăcii pentru Lexan® Margard® FMR.

Tabelul 1.2a subliniază razele recomandate pentru gama de grosimi ale diferitelor plăci. Această tehnică nu este recomandată pentru Lexan® Margard® MR5E. Este foarte important ca înainte de montaj toate materialele să fie verificate cu privire la compatibilitatea lor chimică pentru ca combinaţia dintre tensiunea / apăsarea ridicată şi condiţiile chimice nefavorabile să nu conducă la crăpături în zonele de contact. Plăcile Lexan® CTG Lexan® netratate pot fi curbate la **raze de 100 ori grosimea** lor înaintea procesului de termoformare.

Tabelul 1.2a: Razele minime de curbare la rece

Grosimea plăcii (mm)	Lexan® Exell® D Raza minimă (mm)	Lexan® netratat Raza minimă (mm)
1.0	-	100
1.5	-	150
2.0	350	200
3.0	525	300
4.0	700	400
5.0	875	500
6.0	1050	600
8.0	1400	800

Tabelul 1.2b: Razele minime de curbare la rece

Grosimea plăcii (mm)	Lexan® Margard® FMR5E/FLG5*
2	600
3	900
4	1200
5	1500
6	1800
8	2400

*Placa cu protecţia pe o singură faţă FMR5E

Curbarea la rece
Curbarea la rece este posibilă datorită faptului că produsele din placă Lexan sunt foarte ductile chiar şi la temperaturi scăzute. Acest proces implică însă o anumită deformare plastică permanentă iar rezultatele depind de grosimea plăcii, tehnologie şi de unghiul de pliere efectivă. O operaţie tipică de pliere la rece este prezentată în figurile 1.20 şi 1.21.

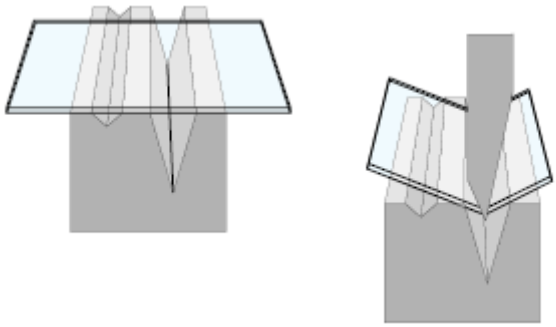
Recomandări pentru plierea la rece:

- Utilizaţi scule cu muchii ascuţite.
- Lăsaţi timp suficient pentru detensionarea plăcii după pliere (aproximativ 1-2 zile).
- Nu reduceţi unghiul de pliere pe durata montajului şi nu forţaţi placa în poziţia dorită.
- Operaţia de pliere trebuie să fie efectuată rapid, pentru a se obţine rezultate optime.
- Plăcile texturate se vor plia numai astfel ca suprafaţa texturată să fie în compresie.
- De regulă este necesară supra-plierea pentru obţinerea unghiului dorit, după pliere apărând detensionarea piesei.
- În cazul plăcilor colorate pot apare variaţii ale nuanţei de culoare de-lungul linie de pliere.

Placa Lexan® trebuie să aibă muchii line şi fără bavuri sau neregularităţi (rotunjite şi / sau tăiate la 45°) pentru a se evita apariţia de crăpături laterale în timpul operaţiei de pliere. Plierea la rece se limitează la un unghi de maxim 90° pentru plăcile în grosime de până la 6 mm.
Plăcile mai groase de Lexan®, de 8; 9,5 şi 12 mm, se pot plia la rece până la un unghi de 135°.
În urma plierii în placă se formează tensiuni reziduale care vor reduce rezistenţa la impact a materialului respectiv în zona de pliere. Din aceste motive această tehnică se va aplica numai pentru aplicaţii mai puţin pretenţioase.

Învelişul superficial rezistent la frecare şi abraziune al plăcii Lexan® Margard® MR5E şi FMR şi stratul de protecţie UV al plăcii Lexan® Exell® D poate fi afectat în zona de pliere în cadrul acestui proces. Pentru detalii vă rugăm să vă adresaţi distribuitorului nostru zonal.

Fig.1.20 şi 1.21: Plierea la rece



2.0 Tehnici de prelucrare

Prelucrarea poate fi definită drept construcţia, producţia sau asamblarea unui număr de piese componente. În cazul produselor din placă din policarbonat Lexan® poate fi vorba despre construcţia panourilor de fereastră, producerea unui panou publicitar de mari dimensiuni de montat lângă o arteră rutieră sau asamblarea unui ecran de protecţie elaborat în jurul unei maşini-unelte. În oricare dintre aceste cazuri este necesară prelucrarea. În următoarele capitole sunt prezentate tehnicile şi procesele tehnologice utilizate pentru realizarea produselor finite din placă din policarbonat Lexan® împreună cu recomandările şi sfaturile de urmat pentru obţinerea celor mai bune rezultate posibile.

2.1 Tăierea şi debitarea

Produsele din placă din policarbonat Lexan® pot fi tăiate şi debitate cu uşurinţă şi exactitate cu ajutorul unor scule de uz curent în cadrul oricărui atelier mecanic. Printre acestea se includ fierăstraie circulare sau cu bandă, fierăstraie mecanice sau bomfaiere. Dar în toate cazurile se vor respecta recomandările şi instrucţiunile de mai jos.

- Placa trebuie să fie întotdeauna bine prinsă, pentru a se evita vibraţiile nedorite şi tăierea inexactă a marginilor.
- Toate utilajele trebuie să fie reglate pentru tăierea / debitarea de mase plastice iar pânzele trebuie să aibă dinţii mici, pentru tăierea sau debitarea produselor din policarbonat Lexan®.
- Nu se va îndepărta folia de protecţie pe durata operaţiei de tăiere, pentru a se evita zgârierea sau deteriorarea suprafeţei plăcii.
- Marginile tăieturii trebuie să fie exacte şi netede, fără neregularităţi.
- Dacă este posibil se va curăţa placa tăiată cu aer comprimat pentru a se evita acumularea de praf sau de particule generate de operaţiune de tăiere.

Fierăstraie circulare Acest gen de operaţie de tăiere / debitare este cel mai des întâlnit, viteza de rotire şi avansul nefiind atât de critice ca şi pentru celelalte materiale termoplastice. Este foarte important să se respecte următoarele indicaţii:

- Sunt de preferat pânzele cu pastile tungsten-carbon cu dinţii piliţi alternativ, lateral, la 45°
- Întotdeauna se va utiliza un avans redus pentru a putea obţine o tăietură curată.
- Fierăstraiele circulare constituie cea mai bună soluţie pentru tăierea plăcilor cu grosimea de până la 3 mm.

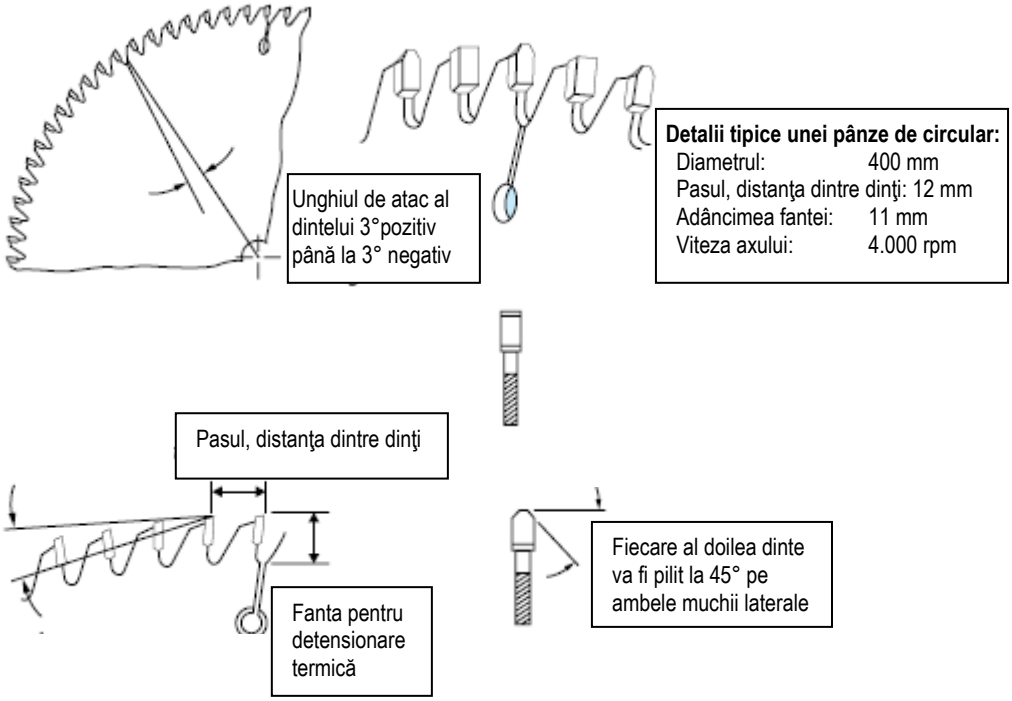
Fierăstraie cu bandă Acestea pot fi de tip convenţional, vertical, sau de construcţie specială, orizontală, special concepute pentru tăierea / decuparea materialelor din plăci din policarbonat. În ambele cazuri este foarte important ca placa să fie prinsă şi fixată corespunzător pe întreaga durată a operaţiei de tăiere. Ghidajele fierăstrăului trebuie să fie cât de apropiate posibil faţă de placă pentru a reduce îndoirea pânzei şi tăieturile eronate.

Fierăstraie mecanice de mână şi bomfaiere Suportul şi prinderea constituie condiţia de bază pentru acest tip de tăiere, mai ales în cazul în care se foloseşte un bomfaier. Sunt ideale pânzele cu distanţa dintre dinţi de 2 – 2,5 mm iar avansul este mic.

Tabelul 2.1: Recomandări privind tăierea şi debitarea

	Circular	Ferăstrău cu bandă
Unghi de degajare	20°-30°	20°-30°
Unghi de atac	5-15°	0-5°
Viteza	1800-2400 m/min	600-1000 m/min
Pasul / Distanţa dintre dinţi	9-15 mm	1.5-4 mm

Fig. 2.2: Pânză tipică de fierăstrău circular cu pastile tungsten – carbon recomandată pentru tăierea produselor din placă Lexan*



2.2 Găurirea

Produsele standard din placă Lexan® pot fi găurite cu ajutorul burghielor de oţel obişnuite sau cu burghie ascuţite. Se pot folosi şi burghie cu pastilă de carbon deoarece acestea îşi păstrează lama ascuţită.
Cel mai important factor de luat în considerare pentru operaţia de găurire a produselor din placă Lexan® îl constituie căldura generată pe parcursul acestei operaţii. Pentru a putea obţine o găurire exactă, curată, căldura generată trebuie să fie ţinută la un minim absolut. Respectând câteva reguli de bază se poate realiza o găurire exactă, fără tensiuni şi fără probleme.

- Pe parcursul operaţiei de găurire se va curăţa gaura în mod frecvent pentru a se evita formarea şi acumularea de şpan şi o încălzire excesivă generată prin frecarea specifică acestei operaţii.
- Burghiul se va scoate des şi se va răci prin suflare cu aer comprimat.
- Placa sau produsul trebuie să fie fixat şi susţinut corespunzător pentru a se reduce vibraţiile şi pentru exactitatea dimensiunii găurii.
- Distanţa minimă dintre gaură şi marginea plăcii este de minim 1 – 1,5 ori diametrul găurii.
- Se vor supradimensiona toate găurile, având în vedere dilatarea şi contracţie termică a materialului respectiv.
- Se recomandă utilizarea burghielor cu pastile tungsten - carbon în cazul unor producţii de serie mare.

În tabelul 2.2 sunt prezentate avansurile şi vitezele de găurire în funcţie de tehnologia utilizată, conform tabelelor 2.3 – 2.6.

Tabelul 2.2: Recomandări privind găurirea

Diametrul găurii (mm)	Viteza (rot/min)	Avansul(mm/min)
3	1750	125
6	1500	100
9	1000	75
12	650	50
18	350	25

Unghiurile recomandate ale burghiului:

Unghi de degajare	α	15°
Unghi de atac	λ	0°-5°
Unghiul la vârf	φ	120°-160°
Unghiul spiralei	ß	30°

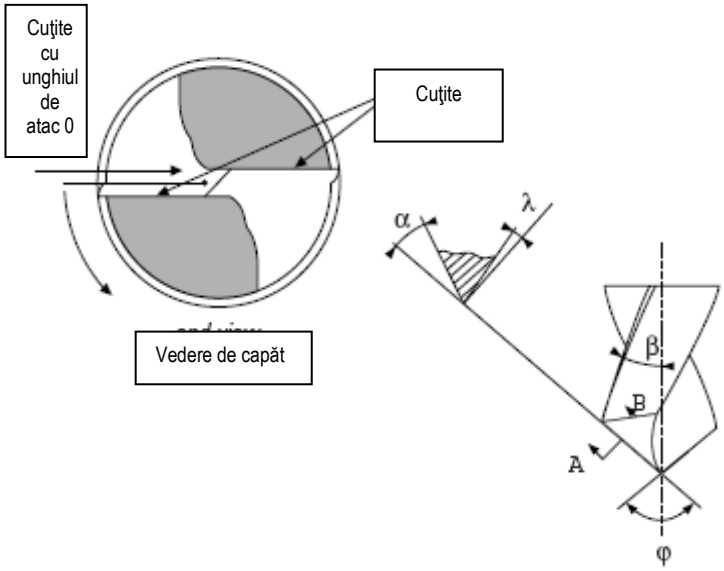


Fig. 2.3 şi 2.4: Caracteristicile tipice de burghiu

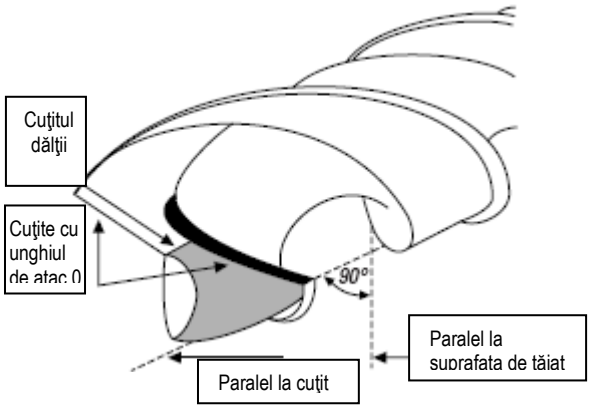


Fig. 2.6: Burghiu recomandat pentru plăci subţiri

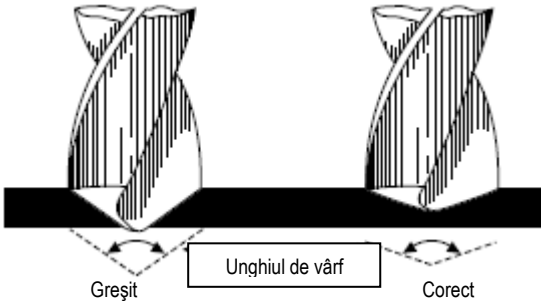
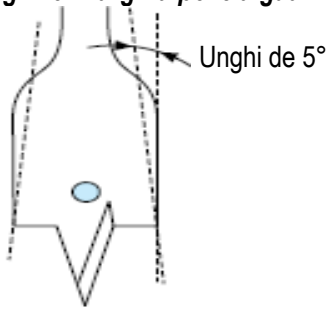


Fig. 2.5: Burghiu pentru găuri mari



2.3 Frezarea

Produsele din placă Lexan® se pot prelucra cu freze echipate cuţite standard de mare viteză.

Atenţie ! Se va acorda atenţia maximă prinderi şi fixării plăcii.

Dispozitivele mecanice şi cele cu vacuum asigură o prindere corespunzătoare.

Tabelul 2.3 prezintă vitezele de tăiere şi avansurile corespunzătoare în funcţie de utilajul utilizat .

Tabelul 2.3: Recomandări privind frezarea

Unghiul de degajare	5° - 10°
Unghiul de atac	0° - 10°
Viteza de frezare	100 – 500 rpm
Avansul de frezare	0,1 – 0,5 mm / s

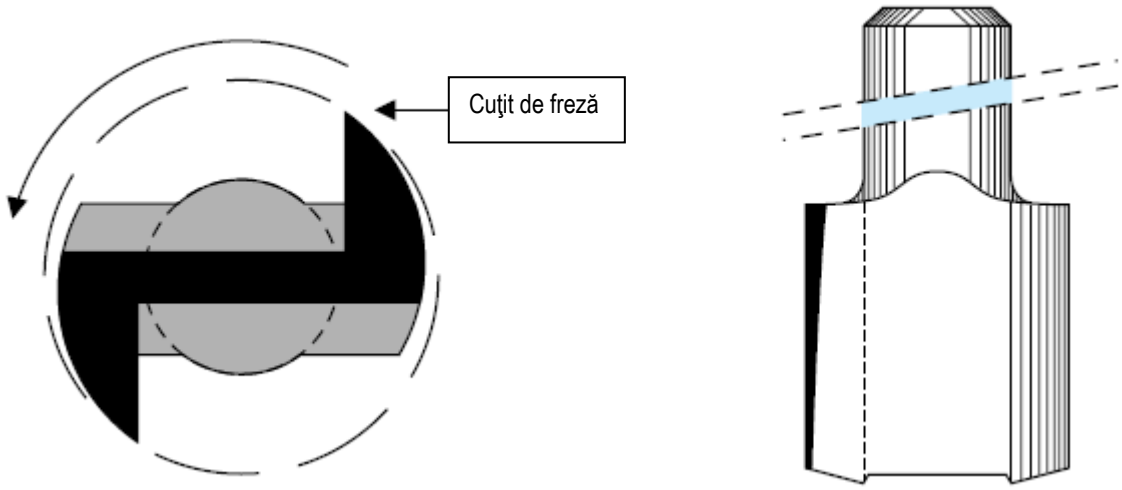
! Răcirea cu circuit forţat de aer permite viteze de tăiere, avansuri mai mari !

Se va evita cu stricteţe supraîncălzirea materialului. Nu se recomandă utilizarea lichidelor de ungere şi răcire în cazul prelucrării plăcilor din policarbonat.

Frezarea computerizată este extrem de precisă şi poate fi executată atât pe orizontală cât şi pe verticală. Utilizarea sistemelor de prindere vacuumatice evită apariţia vibraţiilor şi astfel contribuie la realizarea unor prelucrări de precizie.

Sunt recomandate capetele de freză standard, de mare viteză, ghidaje de tăiere duble / pe 2 părţi cu pastile de tungsten-carbură, cu viteza de avans de aprox. 250 m/min la turaţia de 25.000/30.000 rot/min la o grosime a plăcii de 4 mm.

Fig. 2.7: Freză tipică



2.4 Dispozitive mecanice de prindere / fixare

Cu câteva excepţii, toate tehnicile de asamblare mecanică implică o formă de dispozitiv de prindere suplimentară.

Alegerea acestui dispozitiv depinde de regulă de natura de prindere / fixare necesară. Pe când niturile sunt permanente, şuruburile şi piuliţele sunt detaşabile iar unele dintre tipurile de cleme pot fi fie permanente sau separabile.

Există o varietate de tipuri de sisteme de prindere şi fixare care se pot utiliza cu succes la asamblarea / montajul componentelor realizate din plăci de plastic.

Datorită limitărilor impuse de natura acestei lucrări, doar un număr redus al acestor sisteme de prindere poate fi prezentat.

Pentru simplificare, aceste sisteme se împart în trei grupe:

• Şuruburi şi piuliţe
• Nituri
• Cleme şi alte dispozitive de prindere şi fixare

Cu toate aceste sisteme trebuie să avem în vedere doi factori importanţi.

În primul rând, trebuie să se lase / trebuie luat în calcul spaţiul liber pentru dilatarea sau contracţia termică a plăcii. Din aceleaşi motive toate găurile şi golurile trebuie să fie supradimensionate.

În al doilea rând, trebuie ca presiunea de strângere să fie repartizată uniform. Presiunea de strângere se va repartiza pe o suprafaţă a plăcii cât mai mare cu ajutorul şaibelor cu cauciuc compatibil, a şuruburilor şi niturilor cu cap mare. **Presiunea de strângere nu trebuie să deformeze placa!**

Tabelul 2.4

Materialul	**m/m°C x 10-5**
Placa Lexan	6,7
Sticla de geam	0,7 – 0,9
Aluminiu	2,1 – 2,3
Oţel	1,2 – 1,5

2.4.1 Şuruburi şi piuliţe

Şuruburi mecanice / cu filet

Majoritatea acestor şuruburi sunt produse din oţel iar pentru anumite aplicaţii se pot utiliza şi şuruburi din alte metale sau aliaje.

Pe parcursul acestei pagini sunt prezentate câteva exemple de tipuri de sisteme de prindere. În figurile 2.9 şi 2.10 sunt ilustrate dispozitive de prindere a plăcii cunoscute sub denumirea de ancore cu 'şurub orb' şi 'piuliţă oarbă'.

Şuruburi autofiletante

În cadrul industriei de mase plastice se folosesc pe scară largă şuruburile autofiletante.

În principiu, acestea îşi produc propriul filet pe măsură ce avansează în gaură şi se pot considera un ansamblu care se poate demonta şi remonta oricând. Pe când majoritatea acestor şuruburi sunt concepute pentru piese turnate din plastic, ele pot fi adaptate şi pentru aplicaţii ale plăcilor din policarbonat cu ajutorul unor contrafişe arcuite şi al unor şaibe.. Figurile 2.11 - 2.14 prezintă câteva sisteme de prindere tipice.

ATENŢIE!

Dacă aplicaţia necesită un ansamblu prins în şuruburi, este extrem de important ca următoarele recomandări să fie respectate cu exactitate.

- Nu utilizaţi şuruburi cu cap îngropat deoarece la strângerea acestora se creează o presiune excesivă asupra plăcii, ceea ce ar putea conduce la cedarea sau deteriorarea plăcii / piesei respective.
- Asiguraţi-vă că înainte de asamblare şuruburile sunt degresate. Anumite tipuri de ulei şi vaselină pot afecta mediul şi / sau pot conduce la apariţia crăpăturilor în placă.

Fig. 2.11-2.14: Alte sisteme de prindere / fixare tipice

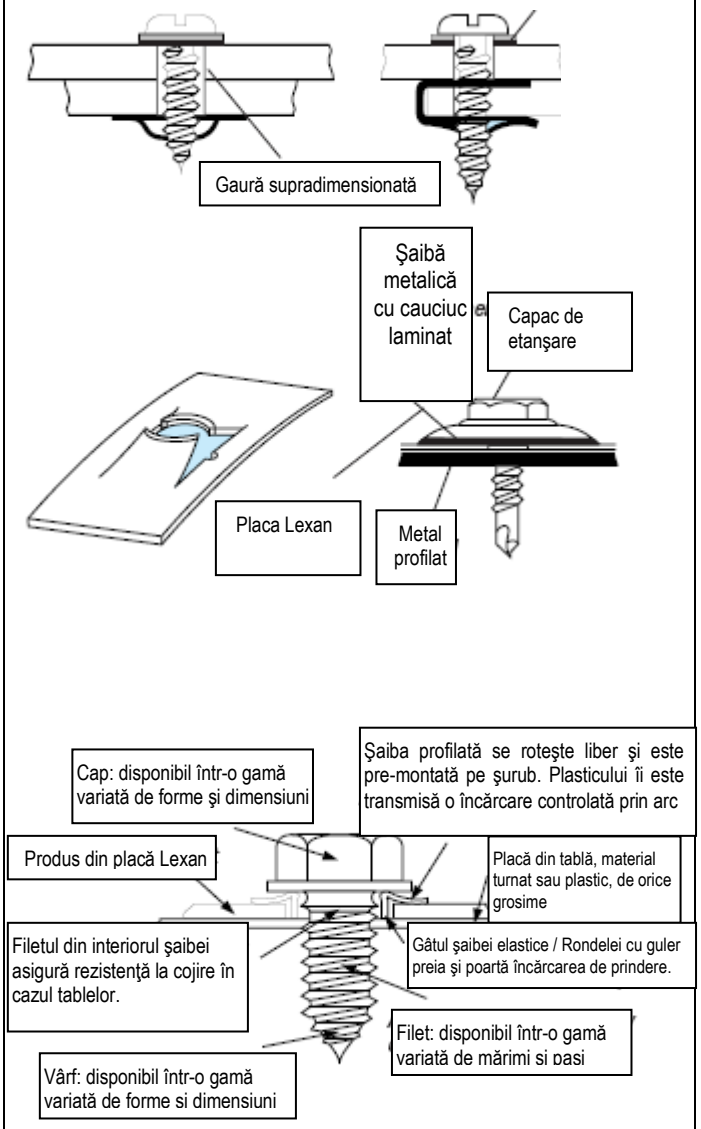
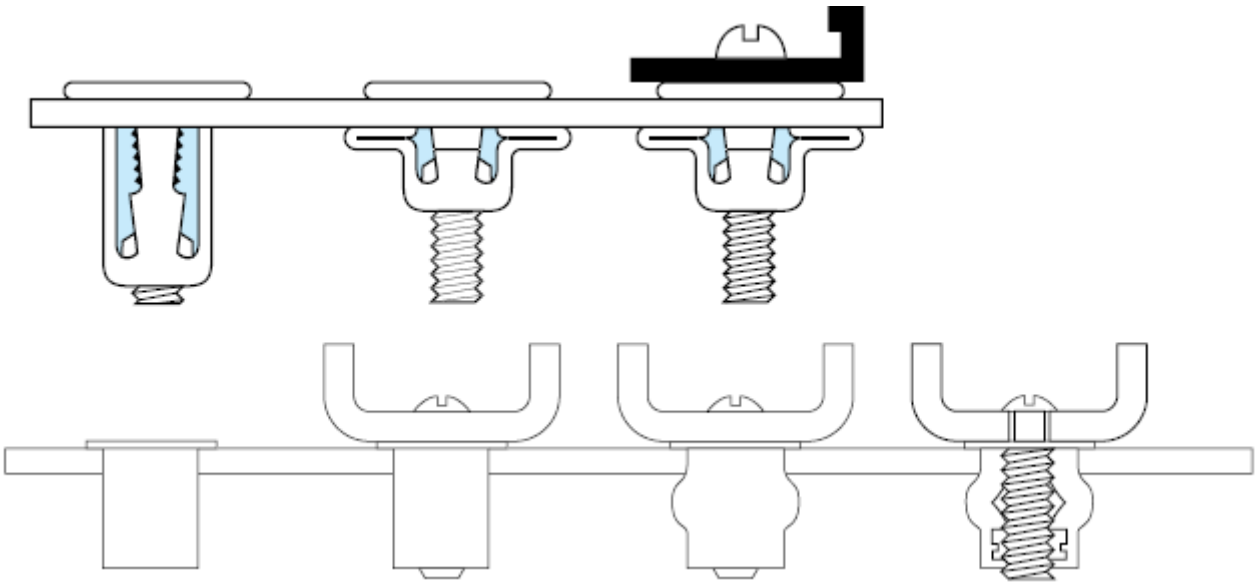


Figura 2.0 şi 2.1: Ancore cu conexpanduri



2.4.2 Sisteme nituite

Deşi nituirea este o tehnică de asamblare des întâlnită şi eficientă, trebuie respectate cu stricteţe anumite reguli când se aplică această metodă. Nituirea poate produce atât tensiuni radiale cât şi de compresie în cadrul plăcii de masă plastică. Se va avea grijă să se distribuie aceste forţe pe o suprafaţă cât mai mare.

În cazul uni ansamblu „plastic cu plastic" se recomandă utilizarea unei şaibe cu cauciuc laminat în scopul de a reduce tensiunile compresive. Dacă diametrul nitului cu şaiba cu cauciuc este cu puţin mai mare decât diametrul găurii, atunci tensiunile de apăsare se vor transmite asupra mai degrabă asupra şaibei decât asupra plăcii din policarbonat.

În cazul unui ansamblu „plastic cu metal", capul nitului cu şaibă cu cauciuc va fi pe partea plăcii din policarbonat iar gaura din placă trebuie să fie suficient de mare pentru a permite contracţia / dilatarea termică a plăcii. Dimensiunea va fi de 1,5 ori diametrul nitului expandat.*
Diametrul niturilor trebuie să fie cât mai mare posibil iar distanţa dintre ele ar trebui să fie de 5-10 ori diametrul acestora.

GE Plastics Structured Products recomandă utilizarea unor nituri din aluminiu, alamă şi cupru.

Există mai multe tipuri de sisteme de nituire, dar cel mai popular este cel cu nituri-pop. Acest tip de nituri oferă posibilitatea asamblării a două componente accesibile doar dintr-o singură parte.

Figura 2.15 şi 2.16 prezintă îmbinări tipice cu nituri.

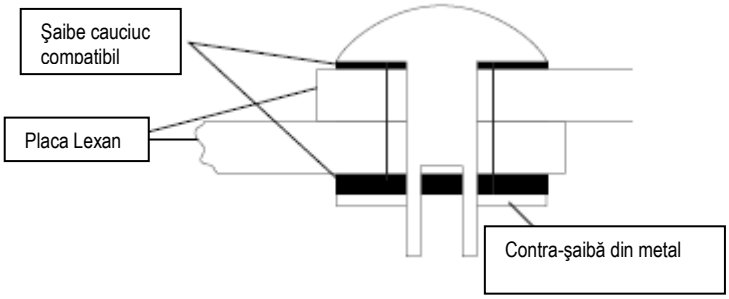
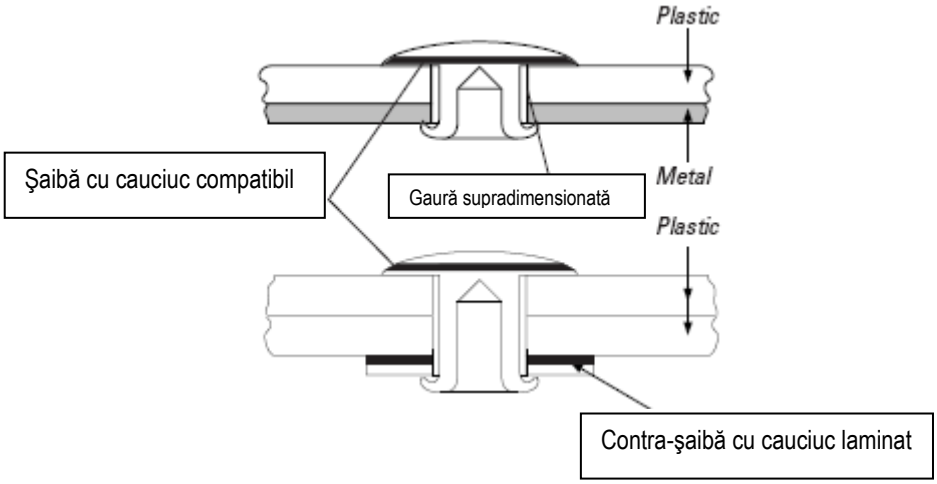


Fig. 2.16: Ansamblu tipic cu nituri pop



2.5 Diverse tehnici de prelucrare

Produsele din placă de policarbonat Lexan® pot fi tăiate şi procesate într-o multitudine de moduri.

Aceste tehnici includ:

• Tăierea cu ghilotina

• Ştanţarea

• Tăierea cu laser

• Tăierea cu jet de apă

Utilizarea acestor tehnici nu este tocmai recomandată deoarece fie induc tensiuni suplimentare în produsul finit sau finisarea suprafeţei acestora lasă de dorit..

Atât în cadrul procesului de tăiere cu ghilotina sau de ştanţare are loc o acţiune de tăiere care are tendinţa de a produce o suprafaţă de tăiere brută. Această suprafaţă conţine adesea micro-fisuri care pot conduce la distrugerea prematură a plăcii.

Ştanţarea este posibilă în / cu policarbonatul Lexan®. De regulă această operaţie se aplică numai pieselor termoformate. Şuruburile autofiletante sau cele cu filet necesită o anumită adâncime minimă pentru a atinge forţa necesară pentru prinderea / fixarea corespunzătoare a plăcii, grosime care lipseşte produselor din placă.

Nu se recomandă tăierea cu laser a produselor din placă ale GE din cauza următoarelor dezavantaje:

• Marginile tăiate sunt brute, nu sunt netede.
• Depunere de carbon pe marginile tăiate
• Nivelele de tensionare cresc odată cu grosimea plăcii

În cazul tăierii cu apă se vor acea în vedere următoarele:

• Nu se formează tensiuni interne, indiferent de grosimea plăcii;

• Latura tăiată necesită finisare;

• Viteza de tăiere este limitată;

• Utilaj scump.

Pentru detalii vă rugăm să contactaţi SC ESPRIT Group SRL, Braşov, **www.esprit.ro**

3.0 Finisarea, decorarea şi curăţarea

Ca etapă finală a unui proces de asamblare, finisarea şi decorarea pot necesita cea mai lungă durată de timp şi efortul cel mai mare. Operaţiile sunt, de regulă, efectuate asupra aspectului suprafeţei ansamblului. Atenţia acordată detaliilor este esenţială, mai ales ca componentele să funcţioneze în scopul pentru care au fost concepute. Tocmai în această etapă este esenţial să se acorde atenţie cuvenită substanţelor chimice care intră în contact cu produsul din placă din policarbonat Lexan®. Indiferent dacă este vorba despre un sistem de vopsele, un adeziv sau un agent de curăţare, este esenţial ca acestea să fie compatibile cu produsul din placă Lexan®.

GE Structured Products a dezvoltat o largă bază de date în care sunt enumerate sistemele compatibile şi care oferă consultanţă şi asistenţă tehnică. Această bază de date este permanent accesibilă clienţilor noştri.

3.1 Rezistenţa chimică

Rezistenţa chimică a unui material termoplastic depinde de cinci factori de importanţă majoră:

1. Nivelul de tensionare din aplicaţie
2. Temperatura
3. Timpul / Durata de expunere
4. Concentraţia chimică
5. Tipul de substanţă chimică implicată

Răşina de policarbonat Lexan® are o bună rezistenţă chimică, la temperatura camerei, faţă de o mare varietate de acizi organici şi anorganici diluaţi. Din această categorie fac parte şi apa, uleiurile vegetale, soluţiile saline neutre, hidrocarburile alifatice şi alcoolurile.

Când un material termoplastic este atacat de către o substanţă chimică, acesta ia una dintre cele trei forme enumerate mai jos.
În primul rând, substanţa chimică este absorbită de materialul plastic, şi apare fenomenul de plasticizare şi / sau cristalizare.
Semnele vizibile ale acestui gen de atac sunt umflarea sau albirea suprafeţei. Policarbonatul Lexan® este afectat astfel de către solvenţii parţiali, cum ar fi de exemplu aldehidele cu masa moleculară scăzută şi eterii, cetonele, esterii, hidrocarburile aromatice şi hidrocarburile perclorate.

În plus, atacul chimic, de la distrugerea parţială la distrugerea completă a policarbonatului Lexan® apare la contactul cu alcalii, săruri alcaline, amine şi concentraţii ridicate de ozon.
Al treilea tip de atac este de regulă şi cel mai dificil de prezis, condiţiile de mediu determinând dacă plasticul va fi sau nu va fi afectat. Combinaţia anumitor medii însoţită cu tensiuni sau încărcări exercitate asupra materialului pot cauza fisuri sau crăpături ca apar în placa de policarbonat.

Apariţia de fisuri poate fi indusă în cazul unor nivele medii sau ridicate de hidrocarburi de mică densitate / de greutate moleculară redusă.

Produsele ca acetona sau xilenul pot cauza apariţia crăpăturilor datorate tensionării chiar şi în cazul unor nivele de tensionare foarte reduse şi din acest motiv ele trebuie să fie evitate.

Ţinând cont de complexitatea compatibilităţii chimice, ar trebui ca toate substanţele chimice care intră în contact cu policarbonatul să fie testate. În cazul produselor din placă, contactul cel mai frecvent este cel cu masele de etanşare / silicon, garnituri şi diferiţi detergenţi.

Testarea compatibilităţii chimice, vezi figura 3.1, constituie un proces permanent în cadrul firmei producătoare iar majoritatea produselor standard au fost deja testate. La cerere, puteţi obţine o listă a detergenţilor, garniturilor şi maselor de etanşare recomandate. Oricum, o listă prescurtată a unora dintre cei mai des întâlniţi compuşi este dată în tabelele 3.2-3.6. Dacă există dubii cu privire la vreun aspect al compatibilităţii chimice a plăcii din policarbonat Lexan®, consultaţi întotdeauna distribuitorul autorizat, ESPRIT GROUP S.R.L., pentru detalii şi amănunte.

Rezistenţa chimică a plăcii Lexan® Margard® MR5E
Învelişul rezistent la abraziune al plăcii Lexan® Margard® oferă un beneficiu suplimentar din punct de vedere al rezistenţei chimice. Învelişul este rezistent la o gamă de agenţi chimici care în mod normal ar afecta negativ policarbonatul Lexan®.
Tabelul 3.1 prezintă rezultatele unor serii de teste efectuate pe plăci din policarbonat Lexan® cu suprafaţa protejată sau neprotejată. Testele au inclus şi o evaluare a rezistenţei la impact şi pentru fiecare caz aplicarea substanţei chimice nu a avut nici un efect semnificativ asupra rezistenţei la impact a plăcii de Lexan® Margard®. Testele s-au efectuat pe mostre cu grosimea de 3 mm cu o durată de expunere de 5 minute, la temperatura camerei şi fără nici un fel de tensionare.

Fig. 3.1: Tabloul de ansamblu privind compatibilitatea chimică a plăcii Lexan®

Clasa chimică	Efecte
Acizi (minerali)	Fără efect în majoritatea condiţiilor, indiferent de concentraţie şi temperatură.
Alcooli	Compatibili, în general.
Alcalii	Acceptabil, la concentraţie şi temperatură scăzută. Concentraţiile şi temperaturile mai ridicate conduc la deteriorarea suprafeţei sau chiar la atacarea până la descompunere.
Hidrocarburi alifatice	Compatibile, în general.
Amine	Cristalizarea suprafeţei şi atac chimic.
Hidrocarburi aromatice	Solvenţi şi agenţi severi de tensionare şi crăpături.
Detergenţi	Soluţiile slabe cu săpun / detergent sunt compatibile. Materialele cu amoniac puternic alcalin vot fi evitate.
Esteri	Cauzează o cristalizare profundă.
Solvenţi	Parţial
Sucuri de fructe şi băuturi răcoritoare	Compatibile la nivele scăzute de tensionare. Unele concentrate trebuie să fie evitate.
Benzina	Nu este compatibilă la temperaturi şi nivele de tensionare ridicate.
Grăsimi / Vaseline şi uleiuri	Produsele pure din petrol sunt compatibile, în general. Majoritatea aditivilor din aceste materiale nu sunt compatibile, deci materialele cu aditivi se vor testa din punct de vedere al compatibilităţii.
Hidrocarburi halogenate	Solvenţi şi agenţi cauzatori de crăpături profunde.
Cetone	Cauzează cristalizare profundă şi crăpături în punctele de tensiune. Solvenţi.
Uleiuri şi vaseline siliconate	Compatibile, în generale, până la 80 grade Celsius.

Tabelul 3.1: Teste privind rezistenţa chimică a Lexan® Margard®

Substanţa chimică	PC neprotejat	Lexan® Margard® MR5E
Toluen Acetone	W/S	ok
Metiletilketone	S	ok
Diclorometan Acid	S	ok
sulfuric (95-97%) Acid	W/S	ok
clorhidric (32%)	ok	ok
Amoniac (25%) Diluant	ok	ok
(Sikkens 1-2-3)	ok	ok
Benzină Super (Esso)	W/S	ok
Motorină (Esso)	W/S	ok
Combustibil C	ok	ok
Spray de păr	ok	ok

W = albirea suprafeţei
S = dizolvarea suprafeţei

3.2.1 Vopsirea

Indiferent dacă este un proces tehnologic simplu sau complex, că este decorativă sau funcţională, manuală sau automată, vopsirea produselor din placă Lexan® oferă proiectantului libertatea de a crea un efect semnalistic dramatic sau o indicaţie / un indicator cu cromatică simplă.
Cu condiţia respectării indicaţiilor de bază, marea majoritate a tehnicilor de aplicare a vopselei pe lemn, metal, materiale deconstrucţie şi alte mase plastice se pot utiliza şi în cazul produselor din placă Lexan®.
Factorul determinant este, din nou, compatibilitatea. Se vor utiliza numai sisteme de vopsea aprobate.
Unele sisteme de vopsea şi de diluant nu sunt compatibile cu produsele din placă Lexan® şi pot cauza formarea de crăpături şi poate reduce rezistenţa la impact.
Sistemele de vopsea pentru placa Lexan trebuie să fie flexibile.
Se pot aplica şi combinaţii de primer / grund flexibil şi straturi superioare dure. Oricare sistem de vopsire trebuie să fie flexibil la temperaturi negative. Din punct de vedere al adeziunii, nu se recomandă decorarea cu vopsea a suprafeţelor protejate, atât în cazul Lexan® Margard® MR5E cât ţi pentru Lexan® Margard® FMR.

Recomandări privind vopsirea

- Curăţaţi placa şi îndepărtaţi încărcările electrostatice cu piele de căprioară umedă, cârpă moale umedă sau tratament cu aer ionizat.
- Evitaţi umezirea în exces sau folosirea unei cârpe umede prea groase.
- Permiteţi uscarea adecvată înainte de aplicarea vopselei.
- Nu expuneţi suprafeţele vopsite la temperaturi scăzute sau la un mediu cu umiditate ridicată pe durata uscării.
- Folosiţi aer uscat pe toate conductele de aer comprimat.

Scurgeţi apa frecvent.

• Solvenţii se vor îndepărta prin evaporare cât de repede posibil de pe suprafaţa vopsită printr-o ventilare corespunzătoare.
• Respectaţi uzanţele profesionale privind prelucrarea şi supra-finisarea suprafeţelor decorate.

Table 3.2: Sisteme de vopsire pentru placa Lexan® neprotejată

Furnizor	Vopsea	Diluant	Observaţii
Învelişuri / Straturi AKZD	Autocryl 01 – 69004 Clasa 45	06-3002007	Acrilic 2 K Primer-grund / 2K / PUR Înveliş superior / 2K / PUR
Diegel	PA 21	24896	Fley 1 K, acrilic
Schaepman	C1 P57 C1 W28 C1 P212	VOA 462 Apa V0A421/H4P4	Acril Acril / pe bază de apă Acril 2 K
Herberts	R 47633 41605 R 4790 R 4780	- 11098 - -	Primer 2 K Strat de bază BMW metalic Strat transparent 2 K Sistem monostrat 2 K
Becker	TH 130 DJ-331-5176 TC 132	NT 19 ET-134 -	Strat superior 2K Primer (flexibil) 1 K Strat transparent 2 K
HSH	Interplan 1000		1K pe bază de apă
Morton	L440	U987	Sistem acrilic

NB.Pentru informaţii privind tehnicile de aplicare şi licenţele / dreptul de proprietate, vă rugăm să contactaţi furnizorul de vopsea relevant.

3.2.2 Imprimare cu site

Imprimarea cu site este un proces bine determinat ce oferă o largă varietate de opţiuni pentru o finisare decorativă. Totuşi, în majoritatea cazurilor, imprimarea trebuie să se realizeze anterior montajului, având în vedere că acest proces este, de regulă, un proces orizontal şi se aplică unor repere de dimensiune mică şi medie.

Procesul constă din trecerea forţată a unor cerneluri vâscoase printr-o sită foarte fină şi subţire, care este astfel tratată încât să permită trecerea cernelii numai prin zona prevăzută conform modelului de imprimat. Pentru aceasta sunt necesare cerneluri speciale, astfel formulate încât să treacă prin ochiurile plasei şi care să fie suficient de vâscoase încât să nu curgă.

Acest tip de operaţie de finisare se foloseşte mai ales în industria semnalistică.

Este disponibilă o mare varietate de cerneluri şi diluanţi pentru imprimarea cu site.

Din nou trebuie subliniată importanţa compatibilităţii chimice precum şi utilizarea exclusivă a vopselelor, cernelurilor şi diluanţilor recomandate pentru a fi folosite cu produsele din placă Lexan®.

Acest proces nu se aplică la decorarea produselor din placă Lexan® Margard® MR5E, Lexan® Margard® FMR5E şi Lexan® Margard® MRA3.

Tipurile de placă Margard® cu înveliş de protecţie pe o singură faţă, ca de exemplu Lexan® Margard® HLG5, Lexan® Margard® FLG5 şi Lexan® Margard® HLGA3 pot fi imprimate prin procedeul cu site pe faţa neprotejată.

Recomandări privind imprimarea cu site

• Utilizaţi exclusiv vopsele şi diluanţi agrementaţi.
• Nu amestecaţi vopsele şi cerneluri diferite.
• Nu înlocuiţi diluanţii pentru procedeul de imprimare cu site cu diluanţi pentru spray-uri.
• Nu adăugaţi solvenţi de genul: toluen, xilen, acetat de celuloză, metiletilcetone sau alte substanţe chimice legate de cerneluri. .
• Pentru curăţarea plăcii înainte de imprimare utilizaţi piele de căprioară sau materiale textile moi, umezite, în scopul evitării abraziunii sau zgârieturilor.
• Folosiţi culoarea / nuanţa de vopsea corespunzătoare pentru a realiza opacitatea dorită.
• Asiguraţi o bună circulaţie şi ventilaţie a aerului pe durata uscării.

Table 3.3: Cerneluri pentru site de mătase pentru placa Lexan® neprotejată

Furnizor	Cerneluri
Sericol	Seritec TH Polyplast PY, Uvispeed UX
Diegel	HV/Z
Gibbon Inks & Coating Ltd.	Malercryl, Polyvin / Marlerstyrene
Coates	Vynaglaze / Vynafresh / Touchkey / HG / PK / PK - Jet
Pröll	Jet 200 / Thermo – Jet / Noriprint PS
Marabu	Marastar SR / Maraplast D

3.2.3 Tratamentul anti-static

Aşa cum se întâmplă cu toate materialele izolatoare, placa din policarbonat Lexan® are tendinţa de a se încărca static. De cele mai multe ori este necesar ca suprafaţa să fie curăţată şi iar sarcina statică să fie anulată înainte de vopsirea sau imprimarea prin procedeul cu site a acesteia. Pentru aceasta ajunge să se şteargă suprafaţa cu o piele de căprioară sau cârpă moale umedă sau să se sufle suprafaţa cu aer deionizat.

O altă metodă efectivă de reducere la minim a încărcării electrostatice constă în controlul umidităţii relative a aerului înconjurător: cu cât umiditatea relativă este mai ridicată cu atât încărcarea electrostatică va fi mai redusă. Ar fi de preferat ca valoarea umidităţii relative să fie de peste 60%.

3.3 Adezivi şi mase de etanşare / tipuri de silicon

Utilizarea adezivilor pentru îmbinarea a două materiale diferite a devenit o practică universală. În ultimii 20 ani tehnologii specializaţi în domeniul polimerilor au realizat adezivi cu o gamă largă de proprietăţi şi domenii de aplicaţii.

Tehnologia adezivilor, respectiv a îmbinării prin lipire, a devenit o ramură de sine stătătoare în cadrul industriei maselor plastice, oferind o tehnologie de vârf pentru metoda cea mai eficientă, efectivă şi economică de îmbinare a componentelor din acelaşi material plastic sau din materiale diferite. Totuşi, aceasta este şi tehnologia care cauzează, de regulă, şi cele mai multe probleme.

În timp ce unii adezivi formează legături / îmbinări elastice, alţii formează legături rigide. Unii adezivi au proprietatea de a umple anumite goluri, alţii sunt destinaţi numai lipirii prin contract. Alţi adezivi sunt rezistenţi la temperaturi ridicate. Oferta de adezivi este vastă, precum sunt şi domeniile de aplicabilitate. Este vital ca alegerea adezivului să se facă cu foarte multă atenţie, având certitudinea compatibilităţii cu materialele folosite şi cu mediul de lucru.

Importanţa compatibilităţii chimice este dezbătută şi subliniată în capitolul 3.1. iar alegerea şi testarea adezivului constituie un proces permanent din cadrul *GE Structured Products. Este disponibilă o vastă bază de date privind adezivii compatibili şi corespondenţa lor dar în toate cazurile se recomandă ca adezivii să fie verificaţi din punctul de vedere al compatibilităţii **înainte** de utilizarea lor.

Tabelul 3.5 prezintă o vedere generală asupra unora dintre criteriile iniţiale folosite pentru selectarea adezivilor. Tabelul 3.6 prezintă o listă a adezivilor compatibili în care sunt indicate tipurile generale, denumirile comerciale şi domeniile de aplicabilitate.

Figurile 3.2 şi 3.3 reprezintă câteva configuraţii de îmbinări tipice şi pot deveni un ghid pentru determinarea corectă a geometriei îmbinării în cazul unei aplicaţii anume.

Tabelul 3.5: Grupe de adezivi şi caracteristicile acestora

	Rezistenţa la impact	Rezistenţa la umiditate	Numărul de componente	Limitele de temperatură (°C)	Umplere goluri / crăpături
Epoxy	Slabă	Foarte bună	1 sau 2	200 +	+
Poliuretan	Foarte bună	Bună	1 sau 2	140	+
Sudură la cald	Bună	Bună	1	60	+ / -
Silicon	Excelentă	Foarte bună	1 sau 2	250	+

Tabelul 3.6: Diagramă de selectare a adezivilor pentru produse din policarbonat Lexan®

Tipul de adeziv	Denumirea	Lipeşte placa Lexan* de:	Mono- sau bi-component	Furnizor	Observaţii
Epoxy	Scotch Weld DP 110	Metal, mase plastice, cauciuc	**Bi-**component	3M Company	Acţiune rapidă, epoxy cu rezistenţă mecanică deosebită
Epoxy	Scotch Weld DP 150	Mase plastice	**Bi-**component	3M Company	Epoxy cu rezistenţă mecanică deosebită
Poliuretan	Bison PUR	Mase plastice, metal, lemn	**Bi**-component	Perfecta	
Poliuretan	Plio-grip 6000	Mase plastice, metal, lemn	**Bi**-component	Good Year	Flexibil, trebuie utilizat în timp de 10 minute
Sudură la cald	Jet Melt 3736 Jet Melt 3764	Mase plastice şi lemn	**Mono**-component	3M Company	Rezistenţă bună la temperaturi ridicate, rezistent la ulei şi apă
Sudură la cald	Macromelt XS 6335	Mase plastice, metal, sticlă, ceramică	**Mono**-component	Henkel	Transparent incolor
Silicon	„Silpruf" SCS 2000	Lexan* neprotejat Lexan* Exell* D Lexan* Margard*MR5E+FMR Materiale de construcţie	**Mono**-component	GE Bayer Silicones	Adeziune excelentă, Rezistent la UV şi intemperii, Flexibil.
Silicon	*SEA 210	Mase plastice, sticlă, metal, lemn	**Mono**-component	GE Bayer Silicones	Acţiune rapidă
Silicon	Multi Sil	Lexan* neprotejat Lexan* Exell* D Lexan* Margard*MR5E+FMR Materiale de construcţie	**Mono**-component	GE Bayer Silicones	Adeziune excelentă, Rezistent la UV şi intemperii, Flexibil.
Bandă adezivă	Scotchtape Gama VHB	Mase plastice, sticlă, metal	**-**	3M Company	Scotch cu 2 feţe, Sensibilă la presiune
Bandă adezivă	Fas Tape	Letal / plastic	**-**	Fasson	Bandă cu 2 feţe
Bandă adezivă	PS - 10	-	**-**	Velcro	Bandă cârlig+laţ*
Bandă adezivă	SR 321 SW 321	- -	**-**	Multifoil	Spumă PE, pe ambele feţe Spumă PE, pe ambele feţe
Bandă adezivă	5009	-	**-**	Sellotape	Spumă PE, pe ambele feţe

*Aceste produse sunt compatibile cu produsele din placă Lexan® cu înveliş de protecţie, Lexan® Exell® D, Lexan® Margard®. Alte tipuri de silicon pot conţine agenţi activi AMINO sau BENZAMID, care nu sunt compatibili cu placa Lexan® şi care pot cauza coroziunea la tensionare. Consultaţi producătorul înainte de a folosi siliconul respectiv.

**Adezivii, benzile adezive şi masele de etanşare / silicon au fost testaţi numai în condiţii atmosferice normale cu scopul de a li se determina compatibilitatea şi calitatea lipiturii în cazul produselor din placă Lexan®.

Alegerea propriu-zisă a adezivului depinde de tipul îmbinării, de condiţiile şi de mediul în care se va utiliza acea îmbinare. Pentru fiecare caz în parte se va testa integral tipul respectiv de adeziv, exact în condiţiile prevăzute/preconizate, pentru a se putea determina cu acurateţe compatibilitatea şi performanţele adezivului.

Îmbinări suprapuse / prin suprapunere

Dubla suprapunere asigură distribuţia maximă şi uniformă a tensiunilor din zona încărcată.

Suprapunerea din dreapta permite o distribuţie mai bună a tensiunilor decât suprapunerea simplă.

Suprapunerea simplă cu muchii descrescătoare este mai eficientă decât cea simplă, permiţând curbarea marginii de îmbinare la tensionare.

Suprapunerea dublă / sandwich se distinge prin rigiditatea sporită..

Suprapunerea simplă poate crea tensiuni de clivaj şi cojire, mai ales în cazul îmbinărilor de plăci subţiri.

Suprapunerea unui profil semirotund conduce la o rigiditate şi rezistenţă sporită a ansamblului şi reduce la minim curbarea sau flambarea unei plăci plane.

Suprapunerea în Z înclinat oferă o mai bună rezistenţă la îndoire decât cea în Z simplu. .

Îmbinări prin alăturare

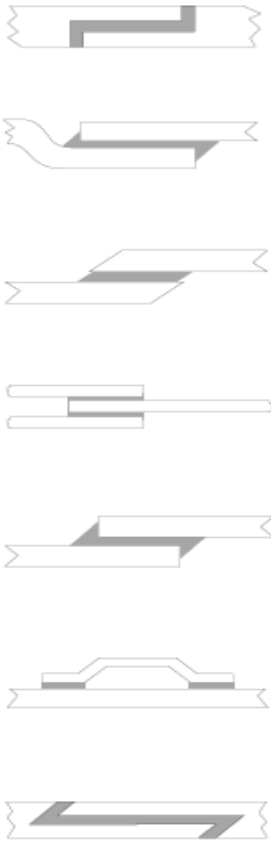
Îmbinările în uluc-lambă / nut feder, rotunjite, se auto-aliniază şi pot acţiona ca un rezervor de prea-plin pentru adezivi.

Îmbinările în uluc-lambă / nut - feder, ascuţite, funcţionează ca opritoare de control pentru grosimea linie de adeziv.

Îmbinările în uluc-lambă / nut feder, cu unghiuri drepte, ameliorează rezistenţa la clivaj.

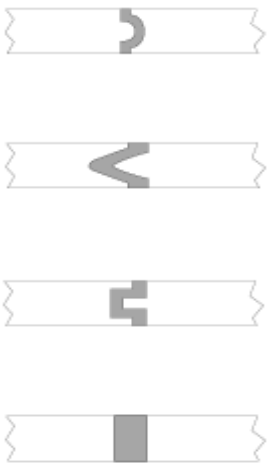
Îmbinare prin alăturare simplă, este contraindicată pentru majoritatea aplicaţiilor.

Fig. 3.2: Configuraţii de îmbinări



1. **Îmbinare în Z simplu**
2. **Îmbinare la nivel**
3. **Îmbinare prin suprapunere cu muchiile descrescătoare**
4. **Îmbinare sandwich**
5. **Îmbinare prin suprapunere simplă**
6. **Îmbinare cu profil de rigidizare**
7. **Îmbinare în Z înclinat**

Figura 3.3: Configuraţii de îmbinări *prin alăturare*



1. **Îmbinare lambă-uluc, rotunjite.**
2. **Îmbinare lambă-uluc, ascuţite.**
3. **Îmbinare lambă-uluc, unghiuri drepte.**
4. **Îmbinare prin alăturare simplă.**

3.4 Curăţarea

Curăţarea periodică a produselor din placă din policarbonat Lexan® se poate realiza cu uşurinţă şi fără utilizarea unui detergent special. Totuşi, trebuie avut în vedere că, similar tuturor materialelor termoplastice, anumite substanţe chimice pot cauza daune structurale sau superficiale şi în consecinţă trebuie luate măsuri pentru evitarea agenţilor de curăţare / detergenţilor agresivi.

În principiu, toate produsele din policarbonat Lexan® se spală cu o soluţie de apă călduţă cu săpun sau detergent menajer. Se spală cu o lavetă moale sau buretele pentru a se îndepărta murdăria şi depunerile. Apoi se clătesc toate suprafeţele cu apă rece şi se usucă prin ştergere cu o cârpă moale, pentru a se evita formarea de pete în urma evaporării picăturilor de apă.
S-ar putea ca în anumite cazuri această spălare să nu fie suficientă şi să fie necesară utilizarea unor agenţi de curăţare pe bază de solvenţi pentru a îndepărta petele dificile, graffitti, şi altele. Pentru asemenea cazuri se pot folosi următorii agenţi de curăţare aprobaţi / agrementaţi **la temperatura camerei**:

• Alcool metilic
• Alcool etilic
• Alcool butil
• Alcool izopropil
• Whitespirt
• Heptan
• Hexan
• Petrol eter (BP 65°)

Curăţarea dinaintea formării Dacă se impune curăţarea plăcii Lexan* înaintea operaţiei de formare, se recomandă ca praful să fie suflat cu un jet de aer comprimat deionizat sau ca placa să fie ştearsă cu o lavetă moale umezită în apă sau într-o soluţie de izopropanol şi apă.

Recomandări pentru curăţarea plăcii Lexan® Margard®

Suprafaţa unică a plăcii Lexan® Margard® asigură o protecţie superioară împotriva atacului chimic. Se pot îndepărta uşor şi repede picturile graffitti sau vopseaua spray. Deşi placa Lexan® Margard® este prevăzută cu un înveliş rezistent la abraziune, se va evita utilizarea agenţilor de curăţare / detergenţilor abrazivi şi / sau a ustensilelor de curăţat cu muchii tăioase care ar putea deteriora sau zgâria acel înveliş.

Procedeul recomandat la curăţarea / îndepărtarea vopselelor graffitti şi similare este următorul:

• Pentru vopseluri, markere, cerneluri, ruj, etc., se va folosi agent de curăţare pentru graffitti (Vezi Tabelul 3.7).
• Pentru etichete, stickere se va folosi benzină/kerosen sau whitespirt.
• Apoi se spală cu soluţie de apă călduţă şi săpun / detergent iar în final se clăteşte cu apă rece, curată.

Tabelul 3.7: Agenţii de curăţare recomandaţi pentru îndepărtarea graffitti-urilor

Furnizor	Produsul	Mod de aplicare
Chemalex	Vandalex	Spray / manual
Nucoat	AG 2	Manual / lavetă
Prochemko	Graffitax I II	Manual / lavetă
Jumbo	J. T. Graffitti	Spray / manual / lavetă

Diversey Lever Divizia
Odborárska 52
SK-831 02 Bratislava
Slovakia
Ph: 07 - 501 29 99/
Ph: 07 - 525 48 95

Diversey Lever
Haachtesteenweg 672
B-1910 Kampenhout
Belgium
Ph: 016 - 61 77 77

Diversey Lever AG
CH-9542 Münchwilen
Switzerland
Ph: 071 - 969 27 27

Diversey Lever
Wienerbergstrasse 7
A-1103 Vienne
Austria
Ph: 01 - 60 55 70

Diversey Lever S.R.O
Táborská 5/979
140 00 Praha 4
Czech Republic
Ph: 02 - 61 22 25 24

Diversey Lever A/S
Smedeholm 3-5
DK-2730 Herlev
Denmark
Ph: 044 - 95 61 00

Diversey Lever France
9-11, Avenue du Val de Fontanay
94133 Fontanay Sous Bois
France
Ph: 01 - 45 14 76 76

Diversey Lever (Offices)
Via Meucci 40
20128 Milan
Italy
Ph: 02 - 25901

Diversey Lever Sp. z.o.o.
Ul Zupnica 17
03-821 Warsaw
Poland
Ph: 022 - 670 24 32

Diversey Lever
Rautatienkarn 9-11
FIN-20200 Turku
Finland
Ph: 02 - 269 72 22

Diversey Lever AB
Röntgenvägen 3
S-14152 Huddinge
Sweden
Ph: 08 - 779 93 00

Diversey Lever
Jamestown Road
Finglas
Dyblin 11
Ireland
Ph: 08 - 779 93 00

Diversey Lever
Calle Rosselon 174-176
08036 Barcelona
Spain
Ph: 93 - 323 10 54

Diversey Lever
General Offices
Weston Favell Centre
Northampton NN3 8 PD
United Kingdom
Ph: 01604 - 40 53 11

Diversey Lever
Mallaustrasse 50-56
Postfach 81 03 60
D-68 219 Mannheim
Germany
Ph: 0621 - 875 70

Diversey Lever
Maarssenbroeksweg 2
3606 AN Maarssen
Netherlands
Ph: 030 - 247 69 11

Web page:
www.diverseylever.com

Recommended cleasers
SUMALIGHT D12
BRUCODECID
(heavy duty cleaner
i.e. Railwaystations)

Detergenţi recomandaţi
SUMALIGHT D12
BRUCODECID
(detergent heavy duty,
de ex. pentru **gări**)

De reţinut !

- Nu folosiţi agenţi de curăţare / detergenţi abrazivi sau cu grad ridicat de alcalinitate.
- Nu zgâriaţi niciodată suprafaţa plăcii cu obiecte dure, ascuţite sau tăioase.
- Nu curăţaţi produsele din placă din policarbonat Lexan® în bătaia intensă a soarelui sau la temperaturi ridicate deoarece se pot forma pete.

Pentru detalii contactaţi:

Braşov, 500365 - str. Calea Bucureşti, Nr. 76, Bl. A6, Sc. A, Ap .19
tel/fax: 0268-329.730 ; mobil: 0722-370.171
e-mail: office@esprit.ro http://www.esprit.ro

Dealer autorizat pentru România al GE Plastics

DECLARAŢIE DE EXONERARE: Toate informaţiile, recomandările făcute sau consilierea date in prezentul document sau date de către General Electric Co. din SUA, sau de vreuna dintre sucursalele / filialele sale sau reprezentanţii săi autorizaţi, în scris sau pe cale verbală, sunt de bună credinţă - după ştiinţa şi conştiinţa acestora şi după procedurile cele mai recente din acest domeniu. Produsele General Electric Company, SUA, şi, dacă este cazul ale sucursalelor / filialelor sale se vând conform „Condiţiilor de vânzare" ale GE, tipărite pe verso la comenzi şi facturi, şi disponibile la cerere. Nimic din acest document nu va putea altera, modifica, înlocui sau anula vreo prevedere din „Condiţiile Standard de Vânzare" ale GE. Fiecare utilizator al produselor GE poartă întreaga răspundere cu privire la decizia sa privind utilizarea produselor GE pentru uzul său propriu. Fiecare utilizator trebuie să identifice şi să efectueze toate testele şi analizele necesare pentru a se asigura că produsul finit GE va fi sigur şi corespunzător pe durata utilizării sale în condiţiile existente la utilizatorul final.
Deoarece utilizarea efectivă a produselor de către utilizator nu poate fi controlată de către Compania General Electric sau de către sucursalele/filialele sale, utilizatorului îi revine întreaga responsabilitate pentru această utilizare.
Nici o informaţie, recomandare şi / sau consiliere cuprinsă în prezenta nu exprimă intenţia sau nu poate fi înţeleasă ca oferind vreo licenţă sau vreun patent sau vreun alt drept de proprietate intelectuală al Companiei General Electric sau a filialelor şi sucursalelor sale, sau ca pe o acordare a vreunui drept de a solicita protecţia prin patent.

Lexan®, Lexan® Exell® şi Lexan® Margard® sunt mărci înregistrate ale General Electric Co., USA.