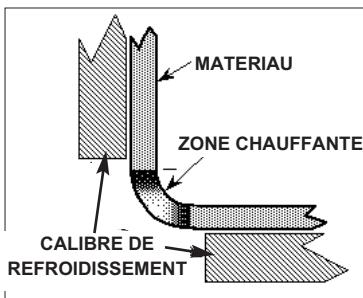


INTRODUCTION

Différent au formage froid du métal en feuille, le pliage local des thermoplastiques n'exige pas de la force au point du pli. En effet, il faut prendre soin pendant la conception du calibre de refroidissement qu'il n'y a pas de contact entre le calibre et la zone chauffante qui forme le rayon de pliage. Le calibre de refroidissement devrait seulement "régler" l'angle du pli à l'intérieur des tolérances demandées, n'en que



matière et souvent il faut limiter artificieusement la bande de chaleur. Quelquefois on fait ça avec des supports de travail, refroidis par eau, sur chaque côté de l'élément. Mais il y a un nombre de désavantages car un grand pourcentage de l'énergie calorifique sera transféré à l'eau de refroidissement - ce qu'aboutit à une perte, et aussi il faudrait soit refroidir l'eau soit le gaspiller.

Une autre méthode de transférer de la chaleur à une ligne locale est l'usage d'une plieuse de contact avec une lame chauffée qui touche le travail, transfère la chaleur en retenant la matière en même temps. Ce type de chauffage est bien convenable aux thermoplastiques qui sont élastiques et ont une large gamme de température. Mais le problème évident avec cette méthode est la possibilité de transférer les marques ou les irrégularités de la lame sur la ligne de pli, mais avec une thermoplastique élastique ces marques disparaissent avant de refroidir. Un autre problème dans le dessin des plieuses de contact, c'est atteindre un gradient uniforme tout au long de la longueur. Normalement la température commence à baisser aux bouts de la lame ou se trouve des terminus des éléments et dissipation de chaleur en métal. Ces zones vont disperser de la chaleur en air plus vite que dans le centre de la lame.

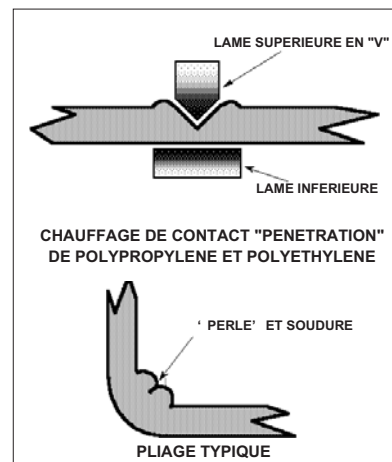
MÉTHODES DE CHAUFFAGE

touchant les zones non chauffantes. Pourvu que la ligne de chauffe soit suffisamment locale et contrôlée, on produira un pli uniforme, non abîmé.

Il y a plusieurs types d'éléments chauffants qui produiront une ligne de chaleur comme, par exemple, la verre de silice ou les éléments en spirale, encastrés en quartz, comme utilisés dans les radiateurs dans la salle de bain; les réchauffeurs blindés d'inconel; ou les réchauffeurs "cal-rod" qui sont fabriqués en longueur unique puis pliés pour produire la forme finale, comme nécessaire. On peut trouver tels éléments dans les étuves électriques, mais pour les applications de pliage local l'élément est utilisé dans la forme de fabrication - une longueur droite.

Plus récemment la technologie du pliage local a développé en utilisant les fils tendeurs chauds ou les tiges de résistance plus lourdes qui produisent une ligne uniforme de chaleur pour manier des matières thermoplastiques qui ont une gamme de température plus critique. Tous les systèmes de chauffage cités ici rayonnent la chaleur d'une petite distance de la

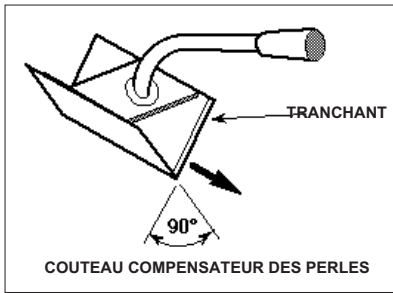
zones vont disperser de la chaleur en air plus vite que dans le centre de la lame.



Les matières comme le polycarbonate ne sont pas très élastiques alors pour éviter la possibilité des soufflures il faut pré-secher la matière avant la

chauffer. Mais si la matière est pré-séchée, la lame aura des imperfections, ce qu'abîme la qualité finale de la ligne. Un autre problème c'est que la matière pourrait coller à la lame.

Semblablement, la polypropylène

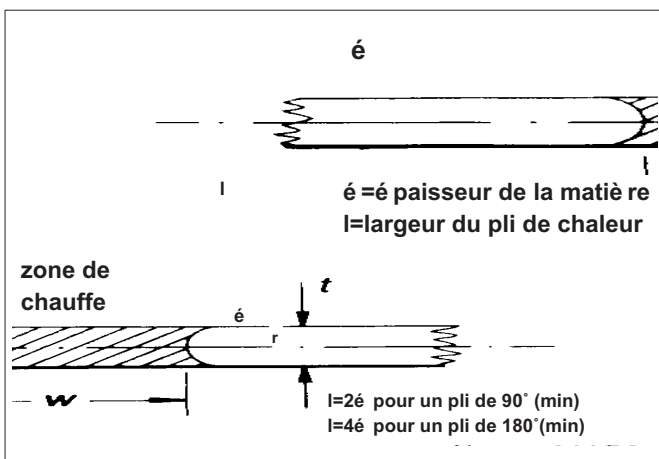


n' est pas élastique, mais l' humidité ne sera pas un problème car la matière n' est pas hygroscopique et elle réagit bien à une plieuse de

contact, en utilisant un couteau ou une pale supérieure profilée en V et une large pale inférieure plate. La meilleure technique est d' appliquer une force suffisamment large pour que la pale supérieure profilée en V pénètre la matière, en simulant un usinage mécanique. Grâce à la nature plastique et "collante" de la polypropylène, la gorge se soude après être pliée, en formant deux perles de matière excédente à l' intérieure du pli, en simulant une soudure traditionnelle.

CARACTERISTIQUES DE FORMAGE

Quand on plie par contact de la polypropylène, il faut utiliser le PTFE comme revêtement, soit appliqué pendant la fabrication, soit mis en papier collant, pour prévenir du collage aux lames. Si la perle intérieure est peu souhaitable pour des raisons esthétiques ou d' hygiène, on peut l' ébarber immédiatement après



le formage, en utilisant un couteau ébarbeux.

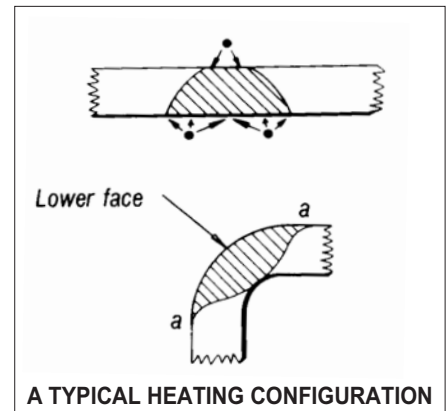
Pour résumer, avant de choisir un banc de chauffe linéaire, il faut tenir compte des caractéristiques thermoformées de toutes les matières é tant procédés. S' y compris sont des matières comme

3 : 2

les polycarbonates, par exemple, il sera essentiel de produire une ligne uniforme de chauffage, comme cela produite par des fils chauds sous tension. Une ligne de pliage plus longue la fera plus difficile d' atteindre ce résultat. Des systèmes de chauffage de base opéreront suffisamment sur certaines plastiques, mais quand les exigences de formage deviendront plus critiques, on aura de problèmes.

Le style du pli peut varier beaucoup et avec les Bancs de Chauffe Linéaires les plus sophistiqués il est possible de régler le pli. Pour les fabricants qui aiment appliquer de la technologie à l' opération, les calculs pour évaluer le rayon du pli (r) et la largeur du pli de chaleur (l) seront dépendants de la matière, de l' épaisseur de la matière (e), du rayon intérieur (r) et de la largeur du pli de chaleur (l).

Régler une épaisseur d' approximativement $2 \times e$ pour un pli de 90° et le rayon intérieur (r) sera presque égal à l' épaisseur de la matière (é). Si le pli est 180° la largeur devrait être deux fois la grandeur du 90° chiffre, et avec une matière élastique il accomplira un dédouble de $2 \times t$ entre les deux faces opposées. Il est un peu excessif pour les applications typiques de ce genre de pliage, mais on peut régler la largeur du pli de chaleur. Cependant, il est important de s' assurer que le rayon soit suffisamment large pour permettre l' entrée libre de la matière.



COOLING JIGS

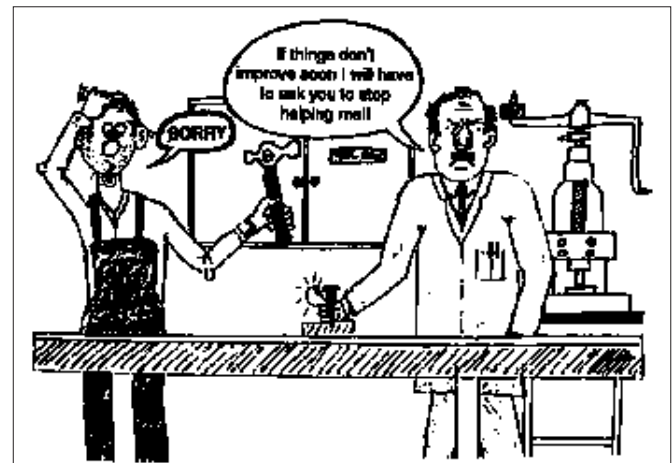
Généralement les thermoplastiques formés quand élastique adopteront un rayon uniforme, même quand formés in their elastic condition will naturally adopt a uniform radius even when $r = 6t$. Materials such as polystyrene and polypropylene which very quickly pass into the plastic condition will not form such neat and well defined bends and therefore a much tighter bend radius is preferable so that the material does not have the opportunity, in its plastic state, to produce a wayward and misshaped large radius.

With pressures on production time for fabricators forming in excess of 3-4mm in thickness double sided heating has, nowadays, become commonplace. It will

DISTORTION

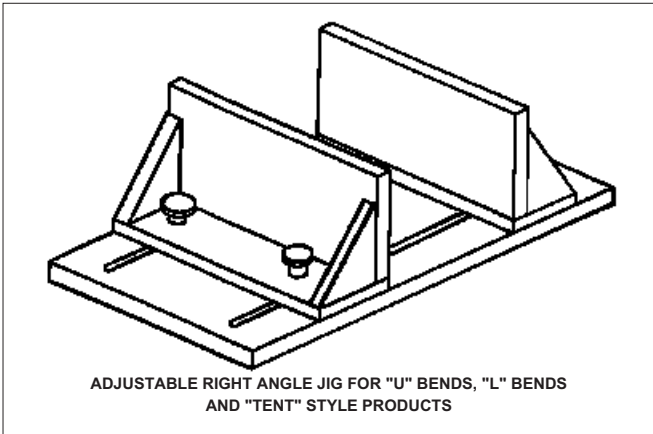
board) are ideal materials from which to fabricate jigs. Care should be taken to ensure that pressure is not applied in such a way as to force the bend line into a corner otherwise pressure marks will destroy the face quality of the bend.

Bear in mind that very small returns in an elastic material such as cast acrylic may, by virtue of the elastic nature, be difficult to form by finger pressure alone as you do not have the leverage provided by a generous length of material either side of the bend. See the diagram under the distortion heading for a solution to this problem.



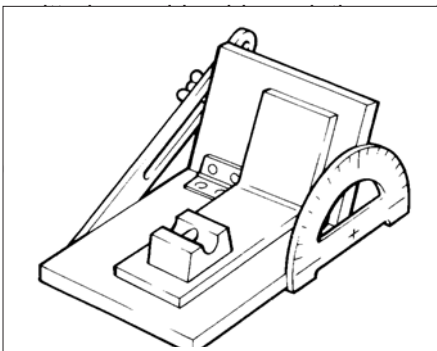
Distortion can be a major problem with the process of local line bending. When producing multiple bends in close proximity, bends in long narrow sections or bends very near the edge of a sheet, there will be a tendency towards the heated line creating a distortion or bow in the product. If the reason for distortion is firstly understood the cure and correct action necessary becomes obvious.

The process of local line bending involves heating very locally along the line of the intended bend. Naturally this causes the heated material to expand and this is where the importance of uniform and precise material clamping whilst heating becomes paramount. A fairly thin material, if not supported adjacent to the heating wire or element, will tend to form waves



ADJUSTABLE RIGHT ANGLE JIG FOR "U" BENDS, "L" BENDS AND "TENT" STYLE PRODUCTS

often reduce heating times by over 50% compared with a single sided system. With a double sided heater and the option to easily modify and control both the width of the radiated heat line and the amount of energy or heat

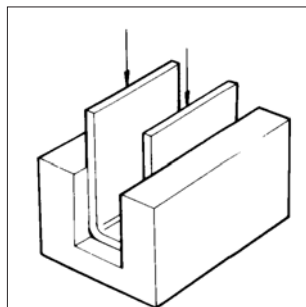


AN ADJUSTABLE "PROTRACTOR" JIG TO SET ANGLES

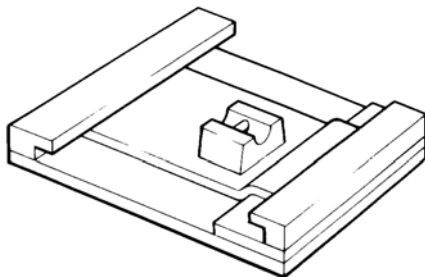
modifications can alter the character of the bend. Illustrates a typical machine which is,

ely simple to very dependent upon the

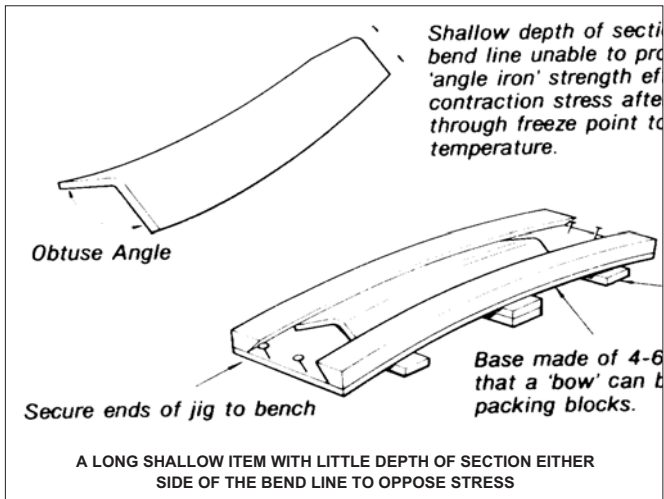
intricacy of the component. For a mass production item, where multiple bends are produced at one time, 2 or 3 hours spent in the manufacture of precision jigging will be time well spent. The following diagrams illustrate some typical adjustable jigs which all fabricators should have available and which will adapt very easily to straight forward bending requirements.



A DEDICATED "U" BEND JIG TO CONTROL ACCURATELY THE OUTSIDE DIMENSIONS

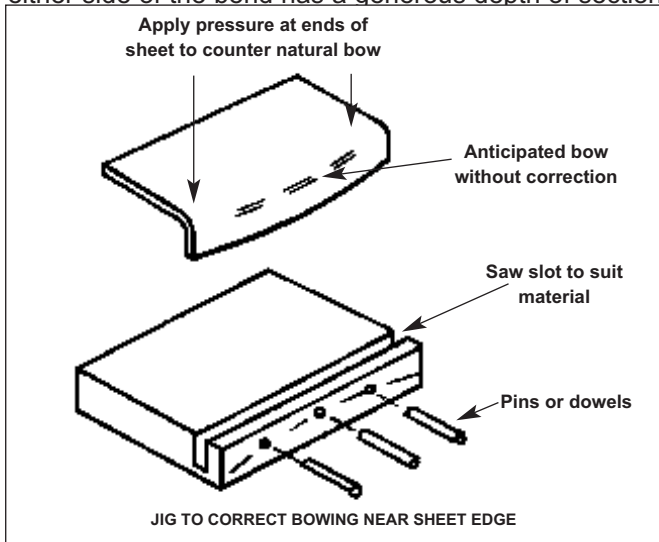


A "JIGGLE" BEND JIG COMMON IN THE MANUFACTURE OF SLAT WALL DISPLAY TRAYS



thereby destroying the accuracy and uniformity of the radiated heat. Heavier materials will normally remain quite stable provided they are suitably clamped during the heating cycle but, nevertheless, the expanding material still generates stress due to the natural expansion of the heated material.

Once the material is removed from the heater and the bend formed the heated line will cool and freeze, as it re-enters the rigid state, but will still be, typically, 80-120° C (176-248° F) hotter than the surrounding unheated sheet. As this bend line cools to room temperature, and because it is in its rigid state, it will continue to build contracting stress. If the material either side of the bend has a generous depth of section



probably, the worst shape for bowing which can be anticipated, a long shallow section with an obtuse angle, which will not apply any significant "angle iron" strength effect.

The correction of bowing is not a precise art and is very much a matter of trial and error. The amount of bow will be dictated by the type of material, thickness, and the area of the material heated into the

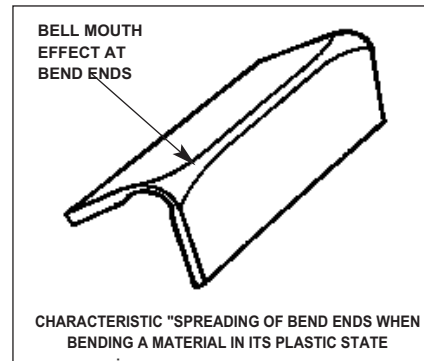
3 : 4

thermoforming range. Obviously, in the case of a large radius bend, there is going to be a larger area of material creating the contracting stress. This will tend to generate a higher degree of bowing.

For local bends near the edge of a sheet contracting stresses will produce a bow as illustrated above. This can be compensated for with a simple jig as shown.

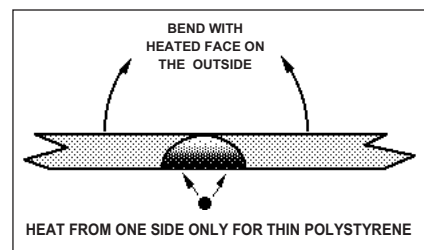
POLYSTYRENE AND POLYPROPYLENE

This type of jig is also useful for providing "leverage" when bending small returns which, with a material in its elastic state, may prove too springy to bend by hand pressure alone.



When producing multiple bends in close proximity there will, if formed individually, be a

tendency for the stress produced by each bend to accumulate and compound the distortion which will become progressively more severe as the series of bends progress. Such bends are best formed with a



multiple bending heater at the same time and in this way the areas of sheet either side only pick up the distorting stresses from, in effect, a single heating

cycle.

Local bending of thermoplastics which quickly enter the plastic state can prove difficult if a visually attractive form is required. The problem is that the heated area loses the tenacious elastic characteristic which holds the heated line at a uniform width along its length, something like a mechanical piano hinge. The stresses of both heating and folding, coupled with the plastic characteristics, tend to spread the ends of the bend into a "bell mouth" effect.

The most common materials where this characteristic



Unit 3, Betws Industrial Park, Ammanford, Dyfed, SA18 2LS. UK.
Tel. (01269) 592329/593860 - Fax (01269) 591890

will be a problem are polystyrene and polypropylene. In the case of polystyrene keep the width of the heat band to a minimum and do not attempt large gentle radius bends. For thinner gauges heating from one side only with a minimum heating time will ensure that a very small area of the top face becomes flexible and possibly just within the elastic range. Such bending techniques will produce a minimum inside radius but a sharp and well defined bend.

With polypropylene which has, for all practical purposes, a negligible elastic range, bending in the opposite direction will produce the effect illustrated on page 1 and is often acceptable as it looks similar to a welded joint which is traditional with this material.