

Termoformowanie

– technologia i dobór materiałów

Termoformowanie jest techniką przetwórstwa znaną od dziesięcioleci i stosowaną do wykonywania dużych cienkościennych elementów.

Technika ta nie wymaga tak kosztownych maszyn, jak formowanie wtryskowe czy metodą RTM. Główny koszt tej metody stanowią kosztowne formy, co jest istotnym ograniczeniem produkowanego asortymentu wyrobów. W zależności od aplikacji istotna jest technika przygotowania formy i jej materiał, z którego będzie ona wykonana. Od kilkunastu lat, aby uprościć technikę wykonywania form próżniowych jako materiał na formy wprowadza się nowe specjalne żywice narzędziowe: epoksydowe, poliuretanowe i metakrylowe.

Główne typy stosowanych obecnie form to:

- Formy pełne – do krótkich i średnich serii produkcyjnych wyrobów „wypukłych”

- Formy laminowane – do produkcji średnioseryjnej dla elementów z zagłębieniami i niszami.

Termoformowanie jest techniką stosowaną przy produkcji opakowań spożywczych (pojemniki na jogurt, lekarstwa, czekoladki itp.) i elementów opakowań różnych sprzętów, np. elektrycznych (kształtki zabezpieczające przed przesuwaniem urządzenia w kartonie), do wytwarzania reklam świetlnych, przy produkcji tylnych ścianek telewizorów, drzwi lodówek, elementów w pojazdach, wnętrzu szuflad, umywalk, wanien, basenów i wielu innych dużych elementów, których wykonywanie innymi metodami jest nieoptyczne.

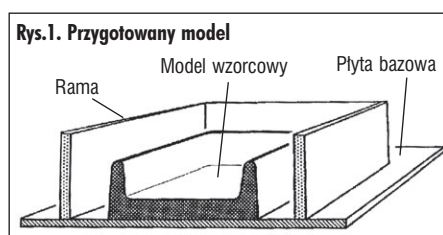
Termoformowaniem jest także produkcja niektórych butelek (formowanie z rozdmuchem), jednak formy dla nich są bardziej skomplikowane.

MODEL

Do większości typowych narzędzi do termoformowania niezbędne jest przygotowanie modelu wzorcowego, który musi być wykonany z materiału nieporowatego. Model jest pozytywem detalu, który planujemy wykonać, i ma postać bloku z powierzchnią odwzorowującą ozdobną

stronę termoformowanego arkusza. Tyl-na ściana jest płaska, co umożliwia zamocowanie modelu w skrzynce. Wykonuje się go zwykle w wersji wypukłej (tzw. „męskiej”) ze względu na łatwiejszą obróbkę. Jeśli termoformowany element jest wypukły, to wykonanie formy jest odwzorowaniem modelu wzorcowego. Przy produkcji detalu w wersji wklęsłej (tzw. „żeńskiej”) z modelu wzorcowego należy przygotować negatyw i posługiwać się nim dalej jako wzorcem. Aby uniknąć deformacji należy wzmocnić jego tylną ściankę.

Ważne jest, aby model był wykonany dokładnie, gdyż forma próżniowa będzie jego dokładnym odwzorowaniem. Jeśli model jest wykonany z materiału porowatego należy pokryć go środkiem zacierającym pory (ewentualnie polakierować), gdyż zbyt rozwinięta powierzchnia może utrudnić a nawet uniemożliwić otwarcie formy.



Przygotowany model montowany jest na płycie bazowej a następnie obudowuje się go skrzynką ze sklejką lub płyt metalowych lub kompozytowych. Wszystkie szczeliny na styku płyt i płyt z modelem uszczelnia się woskiem lub specjalną pasteliną modelarską. Następnym etapem jest pokrycie całego modelu wzorcowego i skrzynki środkiem rozdzielającym, najlepiej woskowym.

Właściwe narzędzie można wykonać z różnych materiałów w zależności od przeznaczenia formy i materiału, który będzie na nim przetwarzany.

FORMY DO KRÓTKICH SERII (PEŁNE)

Przez krótkie serie rozumie się serie kilkunastu do kilkuset odformowań, za se-

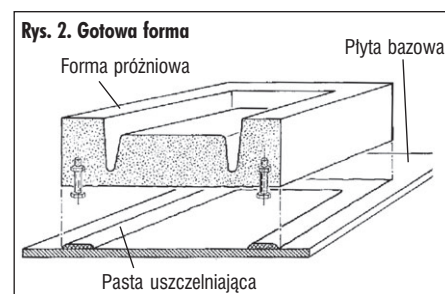
rie średnie można uznać produkcję rzędu kilku-kilkunastu tysięcy wyprasek, długie serie to kilka milionów odformowań.

Małe formy do krótkich (i średnich) serii dla elementów wypukłych (niektóre materiały reklamowe, maski, wzornictwo przemysłowe) wykonuje się metodą odlewania pełnego. Najczęściej używane są wówczas szybkoztwardzalne narzędziowe kompozycje poliuretanowe, specjalnie fabrycznie wypełnione kompozycje epoksydowe lub żywice metakrylowe.

Pierwsze pozwalają w bardzo szybki sposób otrzymać gotowe narzędzie (nawet po 1 godzinie). Ta zaleta szczególnie nie jest przydatna gdy na jednej płycie trzeba umieścić kilka lub kilkanaście modeli (często tak się zdarza w przypadku opakowań tzw. blistrów). Ze względu jednak na ich odporność na temperaturę (temperatura ugięcia zazwyczaj nie przekracza ok. 100°C) stosuje się je raczej na formy do krótszych serii.

Gdy trzeba wykonać formę (czasami zwaną „kopytem”) dla dłuższych serii zazwyczaj stosuje się kompozycje epoksydowe, które charakteryzują się, oprócz lepszych własności mechanicznych, także o wiele wyższą odpornością na podwyższone temperatury. Zazwyczaj na formy, nawet do termoformowania grubych arkuszy z trudnych tworzyw termoplastycznych, wystarczą kompozycje, których temperatura ugięcia jest na poziomie 120 do 140°C.

Producenci podają w kartach technicznych żywic do odlewania maksymalną warstwę jaką można odlać podczas jednej operacji. Dla żywic epoksydowych



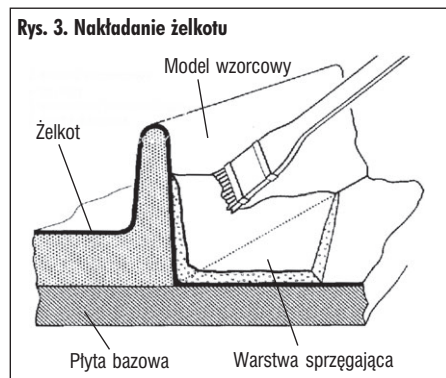
wartość ta nie przekracza 100 mm (podobnie dla szybko utwardzalnych poliuretanów). Wynika to z reakcji egzotermicznej zachodzącej podczas procesu utwardzania. Im grubsza jest warstwa odlana, tym temperatura reakcji jest wyższa. Przyspiesza to oczywiście sam proces utwardzania, lecz niestety powoduje przyrost skurczu. Dla nowoczesnych kompozycji skurcz liniowy przy określonej grubości warstwy nie powinien przekraczać 0,1%.

Na duże formy do odformowań jednostkowych (reklamy świetlne, wanny, baseny) i krótkich serii stosowana jest także technika odlewania pełnego. Jako materiał są polecane kompozycje MassCasting, pozwalające na odlanie dużego bloku do grubości 500 mm bez efektów temperaturowych i deformacji (skurcz 0,06%).

Ograniczeniem w stosowaniu tej metody jest maksymalna ciągła temperatura pracy rzędu 80-90°C, co powoduje konieczność chłodzenia narzędzia po każdym formowaniu.

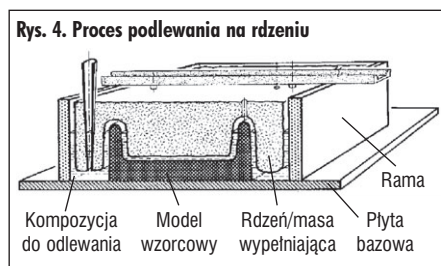
DUŻE FORMY DO PRODUKCJI ŚREDNIOSERYJNEJ

Narzędzia przeznaczone do wykonywania dłuższych serii produkcyjnych muszą charakteryzować się wysoką trwałością. Dodatkowo, w odróżnieniu od prostych form, wiele z nich ma elementy wklęsłe co powoduje konieczność nawiercania otworów dla dodatkowego odprowadzania powietrza. To wymaga stosowania nieco innego rozwiązania: tworzenia cienkiej warstwy licowej (łatwej do wykonania otworu) poprzez nakładanie żelkotu lub podlewanie na rdzeniu mniejszym o 2-5 mm od modelu wzorcowego.

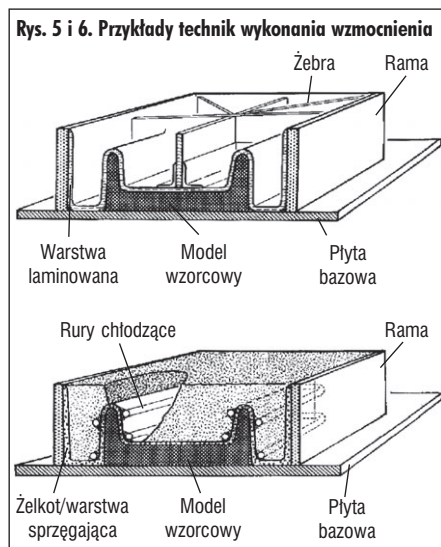


Aby uniknąć kłopotliwego wiercenia otworów, przy nakładaniu warstwy żelkotu (a następnie laminowaniu) w punktach zamierzonego odpowietrzenia moż-

na umieścić (zatopić) pręt lub rurki z poliamidu, które po utwardzeniu zostają usunięte, pozostawiając otwory.



Warstwa żelkotowa musi być dodatkowo wzmocniona warstwą laminatową. Dobre związanie warstwy żelkotowej z warstwą laminatową osiąga się poprzez warstwę sprzęgającą, którą nakłada się na żelkot, gdy jest on jeszcze miękkki, ale nie klejący. Następnie cała konstrukcja – żelkot/laminat lub skorupa odlana metodą podlewania na rdzeniu – jest wzmocniana konstrukcją z rur szklanoepoksydowych lub paneli ulowych. Ważne jest, aby podczas laminowania „nabijać” tkaninę pędzlem z kompozycją



żywiczną tak, aby nie dopuścić do utworzenia jakichkolwiek pęcherzy między żelkotem a laminatem. Możliwe jest również wykonanie wypełnienia pełnego z zatopionymi elementami chłodzącymi w postaci metalowych rurek (przez które przepływa woda chłodząca).

NAJNOWSZE TECHNIKI WYKONYWANIA FORM DO TERMOFORMOWANIA

Forma przewodząca powietrze „wentylowana”.

Nowość tej techniki w stosunku do tradycyjnej metody laminowania polega

na zastosowaniu porowatego wypełnienia przepuszczającego powietrze. Pozwala to po pierwsze na wykonanie formy bez zatapiania prętów w żelkocie (po wykonaniu całej formy nawierca się jedynie 1,5-2mm żelkotu do warstwy przewodzącej powietrze); po drugie powietrze przepływając przez całą objętość formy dodatkowo chłodzi ją wspomagając lub całkowicie eliminując elementy rurkowe.

Przygotowywanie form z użyciem techniki CAD/CAM.

Wykonanie formy polega na wyfrezowaniu formy z materiału w postaci bloku żywicznego (płyty narzędziowej) przy użyciu wieloosiowej obrabiarki sterowanej numerycznie. Technika ta pozwala na opuszczenie etapu modelu i skrócenie o ok. 75% czasu wykonania narzędzia. Model wzorcowy, przestrzenny powstaje jedynie w postaci programu komputerowego, który jest następnie interpretowany z odwróceniem i kierowany do sterownika obrabiarki.

Dzięki wysokiej odporności na podwyższoną temperaturę dostępnych materiałów, parametry w całym zakresie pracy są liniowe (skurcze, rozszerzalność), co pozwala na obliczenie wymiarów w temperaturze pracy i wprowadzenie poprawek w programie obróbki w temperaturze pokojowej. Dzięki temu forma może mieć idealną dokładność.

Nowością na rynku jest metoda oferowana przez firmę Huntsman Advanced Materials. Mając gotowy projekt narzędzia lub części można przesłać go do biura Huntsman który wykona nadwymiarowy odlew. Po otrzymaniu takiego bloku, wystarczy tylko obróbka wykańczająca. Powyższa metoda w porównaniu z metodą frezowania bloków żywicznych ogranicza koszty związane z wykonaniem formy o około 30%, wydłuża jednak czas wykonania.

DARIUSZ GRĄBCZEWSKI

MILAR Sp. z o.o.

