

Projekt koncepcyjny urządzenia do termoformowania tworzyw sztucznych

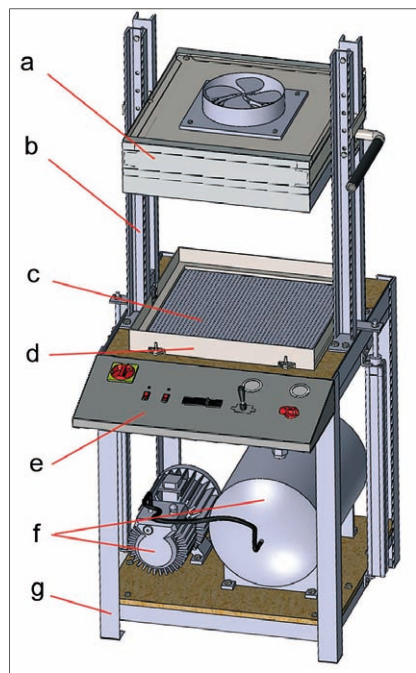
SZYMON WITKOWSKI, PRZEMYSŁAW SIEMIŃSKI *

Jedną z metod przetwórstwa tworzyw termoplastycznych jest termoformowanie próżniowe. Tą metodą produkowane są masowo opakowania transportowe i pojemniki na żywność, a także obudowy produktów konsumenckich. Wytwarza się tak również (w mniejszych ilościach) elementy karoserii autobusów, tramwajów, traktorów oraz obudowy różnych urządzeń. Ponieważ termoformowanie nie wymaga drogiego i skomplikowanego oprzyrządowania, jest często stosowane podczas budowy prototypów. Z tego względu maszynę taką opracowano na potrzeby studentów Wydziału Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej, budujących różne pojazdy. Projekt został wykonany w ramach studenckiej pracy dyplomowej na kierunku „Mechanika i budowa maszyn”.

W artykule zaprezentowano projekt koncepcyjny maszyny do termoformowania próżniowego sposobem pozytywowym. Założono niski koszt budowy oraz maksymalnie łatwą, jednoosobową obsługą. Maszyna byłaby przeznaczona do wytwarzania jednostkowo elementów o maksymalnych gabarytach $400 \times 400 \times 350$ mm z płyt 480×480 mm o grubości do 5 mm.

Maszyna ma konstrukcję z profili stalowych (rys. 1g). Stół roboczy wykonano z 2 płyt MDF pokrytych blachą z dziesiętkami otworów do odsysania powietrza (rys. 1c). Materiał MDF testowano 2 h w temperaturze 200°C , aby stwierdzić czy nie ulegnie on zapaleniu lub degradacji. Ramę z elementami grzewczymi

oraz wentylatorem (rys. 1a) zamocowano na dwóch słupach prowadzących (rys. 1b). Jest ona osadzona obrotowo, co umożliwia naprzemienne nagrzewanie i studzenie materiału. Ramę można przemieszczać, zmieniając odległość promienników podczerwieni od formy kształtującej tworzywo. Moc cieplną elementu grzejącego (4,8 kW) obliczano dla bardziej „wymagającego” tworzywa PVDF (fluorek poliwinylidenu), ale głównie stosowane będą tworzywa: PE-HD, PS, ABS i PMMA.



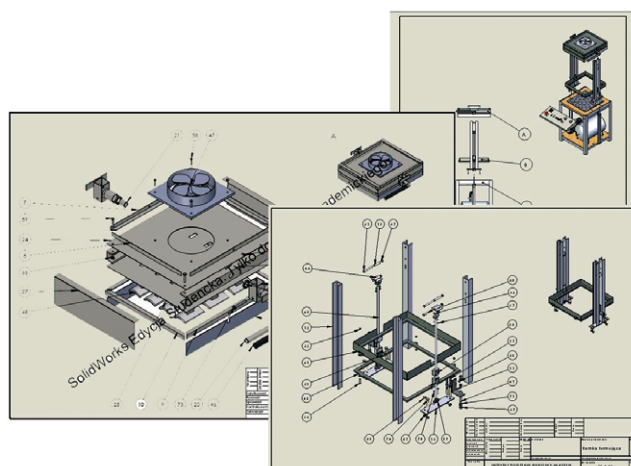
Rys. 1. Projekt maszyny do termoformowania próżniowego

Poniżej ramy grzejnej, na słupach, osadzono w dwóch parach łożysk liniowych mniejszą ramkę, utrzymującą płytę z tworzywem (rys. 1d). Po nagraniu jest ona automatycznie nasadzana na formę za pomocą dwóch siłowników pneumatycznych zasilanych z sieci warsztatowej Wydziału. Nagrzane tworzywo jest następnie obciążane na formie poprzez

odsysanie powietrza do zbiornika (rys. 1f). W wyniku obliczeń założono, że zbiornik musi mieć objętość ok. 40 dm^3 . Powietrze jest odsysane pompą próżniową Pneumat GS6 o wydajności $7,4\text{ m}^3/\text{h}$ i mocy $0,37\text{ kW}$ (rys. 1f). Taki układ może w odpowiednio krótkim czasie wykorzystuje podciśnienie w zbiorniku i przyciągnąć do formy nagrzane tworzywo.

W ramach pracy zaprojektowano panel sterowania (rys. 1e) z zamontowanymi niezbędnymi przełącznikami (wyłącznikiem bezpieczeństwa, regulatorem mocy promienników, wyłącznikiem wentylatora, dźwignią regulacji siłowników pneumatycznych) oraz manometrami. Maszyna może działać w wersji „ręcznej”, w której każda czynność wymaga udziału użytkownika, lub w wersji półautomatycznej (sterowanej elektronicznie), która pozwala nawet osobie niedoświadczonej wygodnie prowadzić termoformowanie. Wymaga to wcześniejszych testów i odpowiedniego zaprogramowania PLC dla konkretnego materiału półfabrykatu oraz wysokości zastosowanej formy. W pracy półautomatycznej użytkownik musi samodzielnie obracać ramą z wentylatorem, natomiast włączanie odsysania powietrza realizowane jest bez jego udziału, za pomocą przełącznika (w słupie) po całkowitym opuszczeniu ramki z tworzywem.

Cykl pracy maszyny rozpoczyna się od wytworzenia w zbiorniku podciśnienia przez pompę próżniową. Jednocześnie nagrzewana jest płyta z tworzywa termoplastycznego. Czas grzania zależy od grubości i typu użytego materiału. Po osiągnięciu przez tworzywo odpowiedniej temperatury, promienniki nie są wyłączane, natomiast rozpoczyna się obniżanie ramki i naciągnięcie jej na formę. Po dotknięciu stołu przez ramkę, wyłączane są promienniki i otwierany jest zawór na zbiorniku z podciśnieniem, odsysającym powietrze z przestrzeni między formą i tworzywem. W celu przyspieszenia procesu stygnięcia, ręcznie obraca się ramę z wentylatorem, włącza się go i kieruje strumień powietrza na wytwarzany element.



Rys. 2. Dokumentacja techniczna

Projekt maszyny do termoformowania wykonano w parametrycznym systemie inżynierskim 3D CAD, w którym wykonana została też dokumentacja techniczna urządzenia (rys. 2). Opracowano również kosztorys budowanego urządzenia oraz schemat instalacji elektrycznej i dwie instalacje pneumatyczne: ciśnieniową do siłowników i podciśnieniową z pompą próżniową.

* Inż. Szymon Witkowski, dr inż. Przemysław Siemiński – Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej