



Technologia rozpęczania rur poliamidowych

Polyamide tube bulge forming process

ZBIGNIEW POŁOMSKI*

DOI: 10.17814/mechanik.2015.8-9.495

Opracowana technologia rozpęczania pozwala na zmianę średnicy rur poliamidowych poprzez wciśnięcie do wewnątrz gorącego trzpienia (rozpęczaka) oraz montaż w rozpęczonym odcinku konektora, z zachowaniem trwałości połączenia i szczelności. Metoda ta została sprawdzona dla rurek o średnicach zewnętrznych w zakresie 6÷15 mm. W temacie opracowania mieści się dobór narzędzi kształtujących oraz narzędzi unieruchamiających rurki.

SŁOWA KLUCZOWE: rury, poliamid, roztlaczanie, rozpęczanie, kształtowanie, wciskanie, montaż

The developed bulge forming technique allows to change the polyamide tube diameter by means of the hot pin (expander) pushed inside and carry out the joint assembly process in the expanded section of the connector, while maintaining durability and tightness of the connection. The method has been tested for tubes from 6 to 15 mm OD. The development scope also covers a range the bulge forming and tube immobilizing tools.

KEYWORDS: tube, polyamide, expanding, shaping, pressing in, assembly

Jednym ze sposobów uzyskiwania pożądanych kształtów z tworzyw termoplastycznych jest ich termiczne kształtowanie. W artykule omówiono metodę rozpęczania rur w celu uzyskania wymiarów odpowiednich do osadzenia wewnątrz nich innych elementów, np. konektorów, z zachowaniem trwałości połączenia i szczelności. Kształt i wymiar uformowanej rury muszą z jednej strony umożliwić zamontowanie w niej konektora „na wcisk”, a z drugiej zapewnić trwałość i szczelność połączenia.

Opracowana technologia zmiany średnicy rur poliamidowych polega na wciśnięciu do wewnątrz gorącego trzpienia (rozpęczaka) oraz montażu konektora (rys.1+3). Zaprojektowane urządzenie umożliwia rozpęczanie rur o średnicach zewnętrznych w zakresie 6÷15 mm i grubości ścianek mieszczącej się w zakresie 1÷1,5 mm. Szczególnym przypadkiem są rury o najmniejszych wymiarach (o średnicy zewnętrznej 6 mm przy grubości ścianki 1 mm), dla których zaistniała potrzeba powiększenia ich średnicy wewnętrznej do 9 mm.

Dla takich rurek wykonano próby zmierzające do wyznaczenia krytycznych parametrów związanych z ich mocowaniem oraz sił niszczących. Określono niezbędną siłę zacisku uchwytów mocujących, przy której rurki nie przesuwają się w gniazdach pod wpływem oddziaływania sił poosiowych, nie ulegając przy tym zniszczeniu. Wykonano próby dla gniazd



Rys. 1. Rurka przed rozpęceniem i po nim



Rys. 2. Rodzaje montowanych konektorów



Rys. 3. Przykład zmontowanego konektora

* Mgr inż. Zbigniew Połomski (zbigniew.polomski@ios.krakow.pl) – Instytut Zaawansowanych Technologii Wytwarzania

z trzema rodzajami powierzchni przylegających do rurek. Były to powierzchnie:

- po frezowaniu, o chropowości $Ra=1,25$,
- piaskowane, o chropowości $Ra=5$,
- wykonane metodą elektrodrążenia, o chropowości $Ra=10$.

Dla reprezentatywnych, prostych odcinków rurek o średnicy zewnętrznej 6 mm i grubości ścianki 1 mm próby wykazały spadek niezbędnej siły zacisku rurek z 1300 N dla gładkiej powierzchni gniazd mocujących do 400 N dla drążonych powierzchni gniazd. Próby wykonane w warunkach laboratoryjnych wykazały niewielkie różnice w siłach zacisku pomiędzy gniazdami, których powierzchnie uzyskano metodą elektrodrążenia i piaskowania.

Dla rurek o średnicy zewnętrznej 6 mm określono również poosiową siłę niszczącą, która wyniosła ok. 550 N. Przy tej wielkości siły poosiowej rurka ulegała zniszczeniu objawiającym się głównie obwodowym rozpełczeniem tuż powyżej krawędzi uchwytu (rys. 4).



Rys. 4. Rurki odkształcone pod wpływem oddziaływania zbyt dużej siły poosiowej

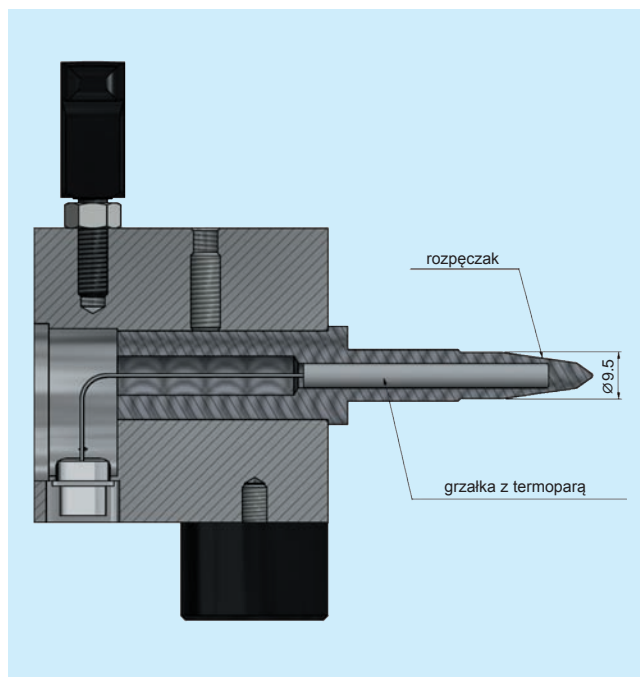
Na podstawie przeprowadzonych prób wykonano narzędzia do mocowania rurek w postaci dwuczęściowych uchwytów dopasowanych do wymiarów i kształtów rurek. Powierzchnie kontaktu uchwytów z rurkami miały chropowość rzędu $Ra=10$, uzyskaną w wyniku piaskowania lub elektrodrążenia. Do zacisku zastosowano siłownik pneumatyczny. Dodatkowo rurki podtrzymywane były przez ruchome szczęki centrujące.

Do rozpełczania użyto odpowiednio wyprofilowanego, podgrzewanego trzpienia (rozpełczaka). Z uwagi na ograniczoną ilość miejsca wewnątrz rozpełczaka zdecydowano się zastosować miniaturowe grzałki z wbudowaną termoparą. Temperaturę kontrolowano za pomocą regulatora.

Proces rozpełczania zależy w dużej mierze od kształtu narzędzia rozpełczającego. Podstawowym zagadnieniem przy projektowaniu narzędzia formującego jest taki dobór jego zarysu, aby po rozpełczeniu uzyskać odpowiedni profil uformowanego stożka kielicha oraz fazę wejściową ułatwiającą wprowadzanie konektora. Jednocześnie kształt narzędzia, głównie kąt stożka, ma decydujący wpływ na poosiowe siły oddziałujące na rozgrzaną rurkę. Istotne są również twardość oraz mała chropowość powierzchni trzpieni rozpełczających. Mała chropowość także wpływa na siły poosiowe oddziałujące na rurki. Twardość rozpełczaków gwarantuje ich odporność na uszkodzenia. Ewentualne skazy powstają-

ce na powierzchni narzędzi rozpełczających mogą się odbić na szczelności połączenia z konektorem.

Docelowo rozpełczaki hartowano do twardości rzędu 50 HRC i polerowano. Natomiast w celu zmniejszenia oporów ruchu przy rozpełczaniu rurki smarowano mgłą olejową.



Rys. 5. Przykładowy rozpełczak

Posuw narzędzia rozpełczającego rurkę zapewniał silnik serwokrokowy. Zastosowanie silnika osiągającego moment znamionowy do 12 Nm pozwoliło, przy stosunkowo niskich kosztach, na uzyskanie wystarczającej precyzji nastaw skoku narzędzia (dokładności pozycjonowania do 0,1 mm) i prędkości ruchu narzędzia (do 0,2 m/s). Zapewniono także odpowiednie siły poosiowe napędu sięgające 2500 N. Wykonany w ten sposób moduł napędu pozwala na kontrolowany posuw trzpienia rozpełczającego. Do dyspozycji operatora są takie parametry, jak prędkość posuwu oraz długość skoku. W trakcie przesuwu rozpełczaka możliwa jest również zmiana rozstawu pomocniczych szczęk centrujących.

Największym problemem w procesie rozpełczania rurek o średnicy zewnętrznej 6 mm i grubości ścianki 1 mm do wymiaru wewnętrznego 9 mm jest niekontrolowane odkształcanie się odcinka wystającego poza obszar narzędzi przytrzymujących rurkę zarówno podczas rozpełczania, jak i podczas wciskania konektora. Z uwagi na duży ubytek długości rurki podczas powiększania średnicy – rurka ulega skróceniu do 10 mm – długość swobodnie wystającej poza narzędzie rurki wynosi ok. 25 mm. Tak duża odległość zwiększa podatność rurki na wyboczenia.

Aby zredukować ryzyko niekontrolowanych odkształceń, zastosowano dodatkowe boczne szczęki centrujące, rozsuwające się podczas procesu rozpełczania proporcjonalnie do powiększającej się średnicy rurki. Ponadto na podstawie przeprowadzonych prób dobrano odpowiednią prędkość wchodzenia trzpienia rozpełczającego do rurki oraz jego temperaturę. Analogiczny proces doboru prędkości ruchu przeprowadzono dla przypadku wciskania do rurki konektora.

Wykonanie kompletnego urządzenia przygotowującego rurkę i montującego do jej rozpełczonego odcinka konektora było trudnym zadaniem, wymagającym przeprowadzenia wstępnych eksperymentów. Eksploatacja urządzenia montującego konektory w warunkach produkcyjnych wymusiła wdrożenie kolejnych udoskonaleń i jednocześnie potwierdziła przydatność opracowanej technologii w przemyśle.