

Dozowanie wyporowe dwuskładnikowych, przeciwogniowych powłok epoksydowych do pasywnej ochrony przeciwpożarowej

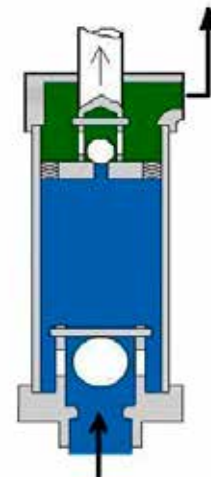


OPIS TECHNOLOGII

We współczesnej branży powłok ochronnych pojawia się rosnące zapotrzebowanie na dozowanie i natryskiwanie powłok całkowicie stałych, które odznaczają się wysoką lepkością i zawierają materiały, które są ściśliwe podczas przeróbki. Przeciwogniowe żywice epoksydowe są jednym z takich materiałów — w czasie przechowywania wykazują niewielką ściśliwość, która rośnie po podgrzaniu i w czasie mieszania pod ciśnieniem powietrza. Może to stanowić kłopot dla urządzeń dozujących, które mierzą objętości. Przy stosowaniu urządzeń do powłok wieloskładnikowych i ściśliwego materiału parametry urządzenia mogą mieć wpływ na stosunek składników mieszanki nakładanej natryskowo. Czynniki, które są w tej sytuacji istotne, to między innymi, mieszanie, ciśnienie podawania, ciśnienie natrysku, temperatura, skład materiału i ściśliwość. Czynniki te często nie są prawidłowo uwzględniane, a dla większości powłok o dużej zawartości substancji stałych ściśliwość odgrywa marginalną rolę lub w ogóle jest bez znaczenia. Lecz kiedy lepkość materiału jest na tyle duża, by wiązać powietrze, konstrukcja urządzenia i czynniki związane z konfiguracją mogą mieć wpływ na wydajność powłoki i jej końcowe właściwości. W tym artykule przedstawiamy różne techniki dozowania i ich przydatność do pracy ze wspomnianymi materiałami.

Dozowanie wyporowe według objętości

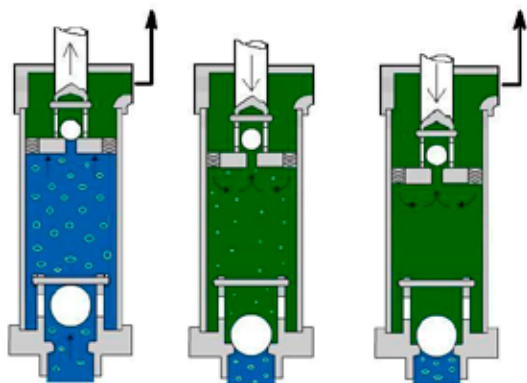
Przez dziesięciolecia typową metodą dozowania i pompowania materiałów powłokowych było użycie pomp wyporowych. Stanowią one idealne rozwiązanie, ponieważ wypierają stałą ilość materiału przy każdym ruchu i mogą być stosowane z różnymi materiałami, w tym z powłokami epoksydowymi i uretanowymi. Mimo to, że obsługa pomp jest prosta, należy sprawdzić prawidłowość wybranych aspektów, by pompy dozowały dokładnie. Po pierwsze każda dozująca pompa wyporowa musi być w całości wypełniona (Rysunek 1). Jeśli pompa nie jest całkowicie wypełniona, nie wyprze pełnej objętości.



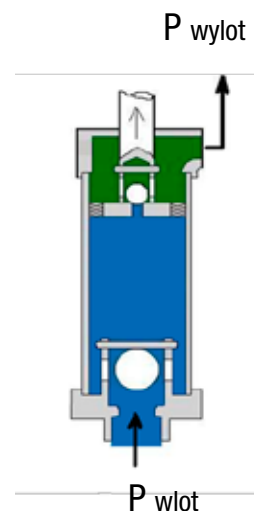
Rysunek 1.
Ruch napełniania. Dolny zawór kulowy jest otwarty, zawór kulowy tłoka pozostaje zamknięty. W przypadku dozujących pomp wyporowych, pompa musi być całkowicie wypełniona przy ruchu w górę. Kolor zielony oznacza wysokie ciśnienie, kolor niebieski — niskie.

AUTORZY:

Eric Rennerfeldt i
Marty McCormick
Graco Inc.



Rysunek 2.
*Dozowanie według objętości
 Medium musi być albo nieściśliwe,
 albo całkowicie ściśnięte. Środkowy
 rysunek pokazuje fragment cyklu
 ruchu, który służy ściśnięciu medium
 do wartości ciśnienia wylotowego.*



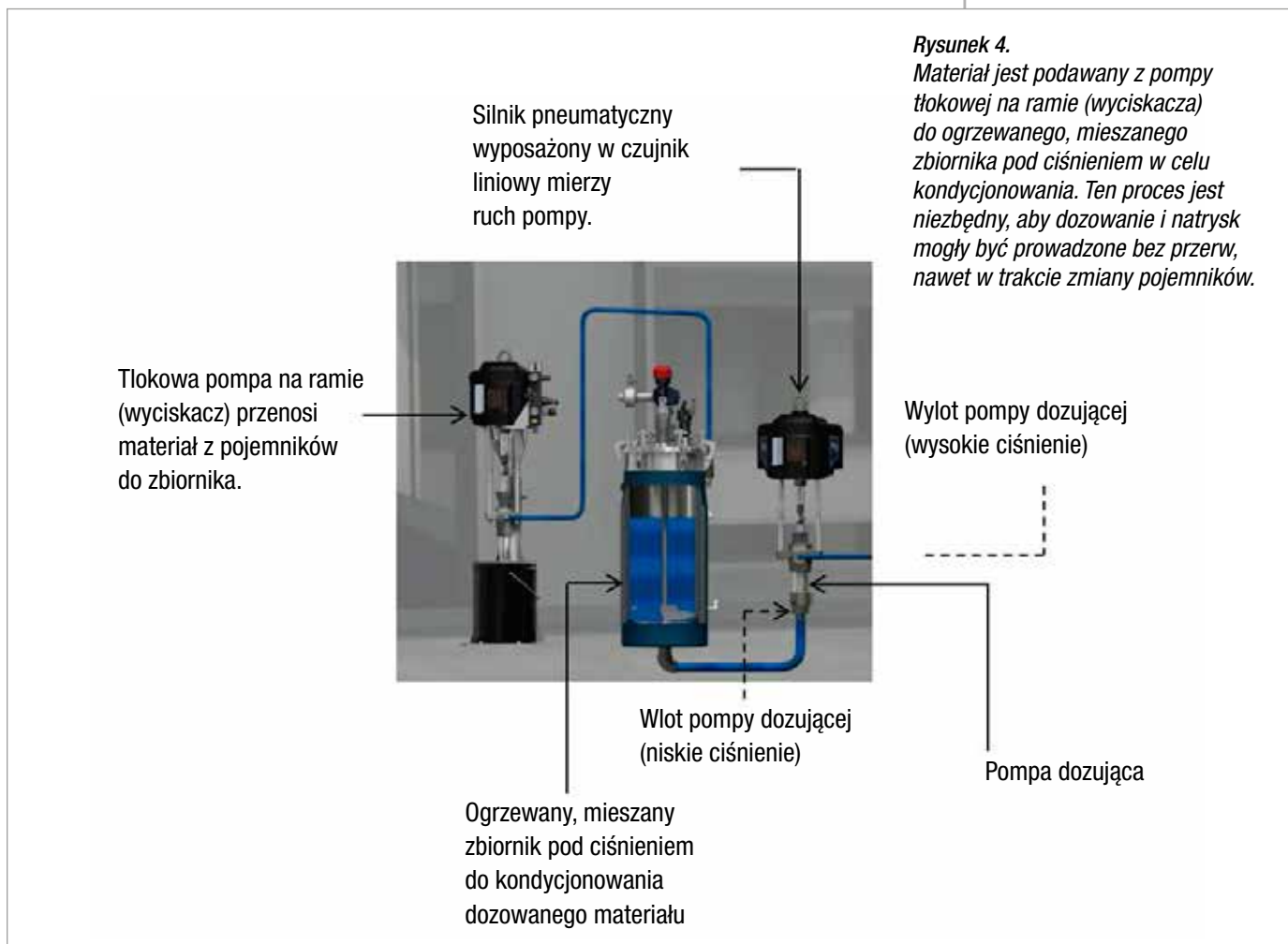
Rysunek 3.
*Ciśnienie medium na wlocie
 nie powinno przekraczać 25%
 ciśnienia wylotowego, by nie
 powodować spowolnionej pracy
 zaworów kulowych w urządzeniach
 dozujących.*

Po drugie musi być znana objętość medium. Oznacza to, że musi być ono albo nieściśliwe, albo całkowicie ściśnięte (Rysunek 2). Jeśli część ruchu tłoka posłuży do ściśnięcia materiału, może wystąpić zaburzenie proporcji.

Po trzecie ciśnienie podawania nie powinno przekraczać 25% ciśnienia natrysku. Pompy z dwoma zaworami zwrotnymi wykorzystują znaczną różnicę ciśnień, by zamykać zawory kulowe. Gdy ciśnienie podawania jest bliskie ciśnieniu wylotowemu, zawory kulowe pracują wolno i mogą nie zamknąć się całkowicie, co skutkuje niekompletnym podaniem materiału (Rysunek 3).

Dlaczego materiały ściśliwe trudno dozować?

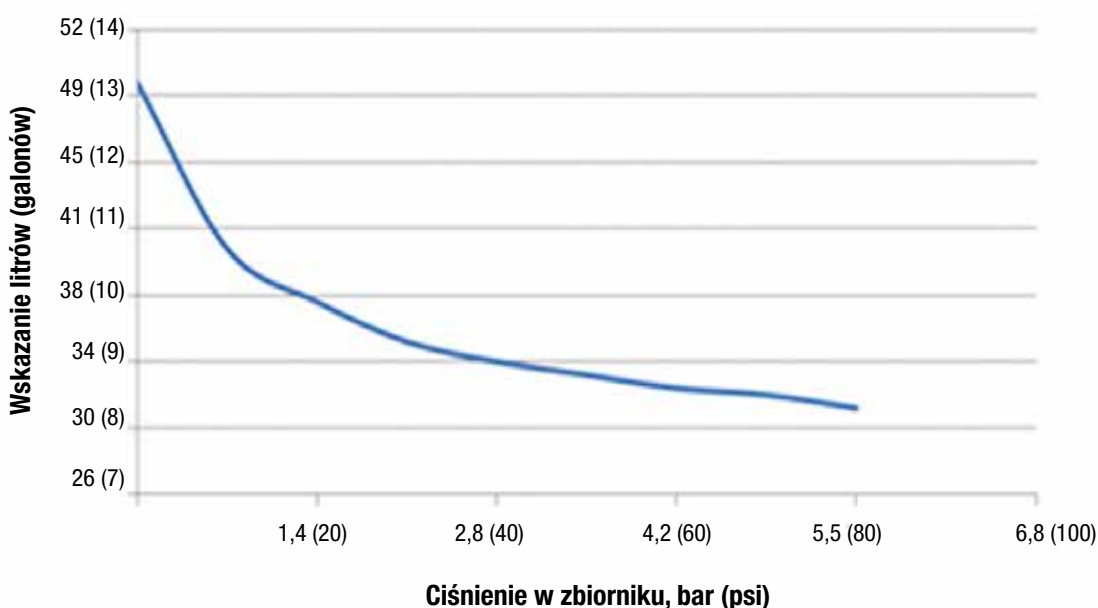
W większości zastosowań materiały do nakładania powłok odznaczają się niską lepkością i są przygotowane chemicznie, by nie wiązać zbyt wiele powietrza w czasie podgrzewania i mieszania w celu uzyskania ściśliwości. Temat ten jest rzadko dyskutowany i zwykle nie stanowi problemu. Takie materiały jak przeciwogniowe powłoki epoksydowe nie zawierają rozpuszczalników i mogą zawierać niewielkie włókna i inne składniki, które sprawiają, że są wystarczająco gęste, by zatrzymywać powietrze. Wykazano, że niektóre z tych materiałów wykazują ściśliwość nawet w 20-litrowym pojemniku. W czasie pracy z przeciwogniowymi materiałami epoksydowymi ich przeniesienie do ogrzewanych zbiorników ciśnieniowych wymaga użycia pompy nurnikowej na ramie. W temperaturze otoczenia materiały te są zbyt gęste, by można było je przelewać z pojemników. Aby materiał był właściwie kondycjonowany i odpowiednio podawany do pompy dozującej, musi zostać podgrzany i wymieszany pod ciśnieniem (zob. Rysunek 4).



Rysunek 4.
 Materiał jest podawany z pompy tłokowej na ramie (wyciskacza) do ogrzewanego, mieszanego zbiornika pod ciśnieniem w celu kondycjonowania. Ten proces jest niezbędny, aby dozowanie i natrysk mogły być prowadzone bez przerw, nawet w trakcie zmiany pojemników.

Ścisłość materiałów można łatwo zmierzyć — poprzez pomiar poziomu ogrzewanego, mieszanego i poddanego działaniu ciśnienia materiału w zbiorniku przy zmianie ciśnienia. Wyniki badań wskazują, że objętość materiału w zbiorniku może zmienić się nawet o 20 litrów (5 galonów), kiedy ten zostanie ściśnięty przy wzroście ciśnienia od 0 do 5,5 bar (od 0 do 80 psi; zob. Rysunek 5). Może to być potencjalnym źródłem problemów przy dozowaniu, ponieważ objętość dozowana przy każdym ruchu pompy dozującej może się zmieniać, jeśli ciśnienie w zbiorniku zostanie ręcznie dostosowane lub zmienione.

Wykrywanie zmiany poziomu objętości w funkcji ciśnienia

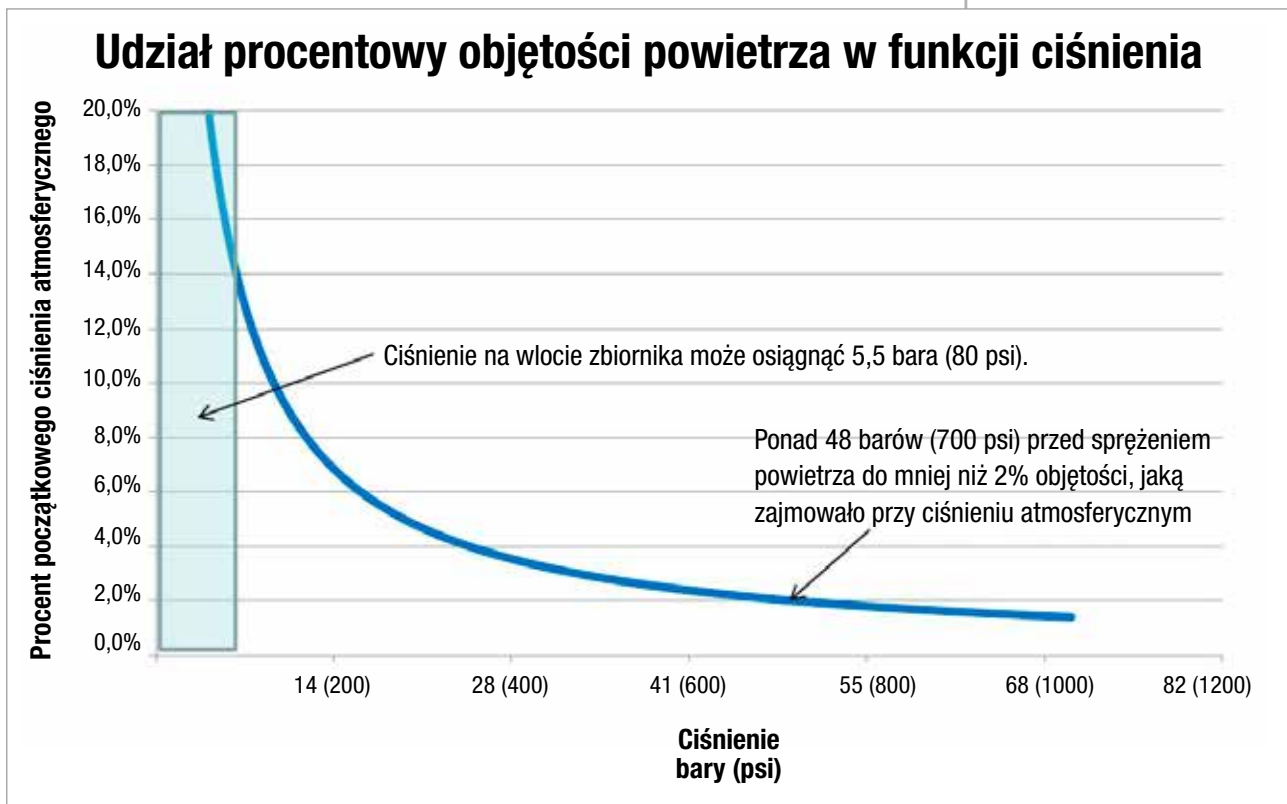


Jaki wpływ na mechanicznie połączone dozowniki mają materiały ściśliwe?

W przypadku dozowników połączonych mechanicznie albo dozowników o stałym bądź zmiennym stosunku dozowania jest on określany przez łączenie stałych ruchów objętościowych proporcjonalnie między pompami A i B (zob. Rysunek 7). Była to — i wciąż jest — wysoce użyteczna metoda dozowania materiałów w branży powłok ochronnych. Dla systemów tych zakłada się, że w każdej pompie dozującej dochodzi do pełnego skoku, niezależnie od zanurzenia lub ściśliwości. W rzeczywistości „skuteczny” ruch pomiędzy pompami A i B może być różny, a stosunek mieszania nie jest stały. Jeśli do mediów ściśliwych stosowane są systemy połączone mechanicznie, często aby osiągnąć maksymalną skuteczność technologiczną konieczne jest przestrzeganie bardzo precyzyjnych instrukcji dotyczących ustawień ciśnienia zbiornika i temperatury. Jednak różnica ściśliwości między pompami A i B, nawet po uwzględnieniu wszelkich zmiennych procesu, jest nieprzewidywalna. Wskaźnikiem wpływu ściśliwości na zmianę aktywnego stosunku natrysku może być fakt, że manometry medium A i B nie reagują tak samo przy przełączaniu górnym, ponieważ węże wylotowe z medium tłumią zmiany ciśnienia tak, że odczyty z manometrów mogą wydawać się normalne.

Rysunek 5.

Wykres ilustruje wskazywaną ilość litrów (galonów) żywicy w funkcji wzrostu ciśnienia w zbiorniku podawczym. Po zmieszaniu pod ciśnieniem poziom materiału w zbiorniku może się zmienić o ponad pięć galonów po tym, jak do materiału zostanie w mieszane powietrze. Zmiana objętości medium wynika ze ściśliwości w mieszane go do medium powietrza.



Jak duże ciśnienie konieczne jest do sprężenia powietrza?

Rysunek 4 pokazuje, że materiał jest sprężany zarówno w zbiorniku ciśnieniowym, jak i w pompie dozującej. W idealnych warunkach całe uwięzione powietrze zostałoby całkowicie sprężone przed pompą dozującą, ale nie jest to możliwe, ponieważ ciśnienie podawania na wlocie nie może przekraczać 25% ciśnienia na wylocie, by odpowiednio kontrolować pracę pompy. Różnica pomiędzy ciśnieniem zasilania ze zbiornika i spadkiem ciśnienia na przepływie do pompy jest znaczna, lecz nieokreślona i wskazuje na niedomiar sprężenia, który musi zostać wyrównany w pompie dozującej przed nadaniem medium ciśnienia wylotowego. Takie sprężenie może zużyć znaczną część ruchu dozowania, zanim zostanie osiągnięte ciśnienie wylotowe natrysku. Sprężanie nie zachodzi identycznie pomiędzy pompami A i B, a wartość ciśnienia jest niemożliwa do przewidzenia. Ciśnienie ponad 48 barów (700 psi) jest wymagane do sprężenia powietrza do mniej niż 2% objętości, którą zajmowałoby przy ciśnieniu atmosferycznym (zob. Rysunek 6).

Rysunek 6.

Procentowy udział powietrza w objętości, jaką zajmowałoby pod ciśnieniem atmosferycznym, w funkcji wzrostu ciśnienia. Na podstawie normalnego sprężania objętościowego powietrza pod ciśnieniem, zgodnie z prawem Boyle'a.

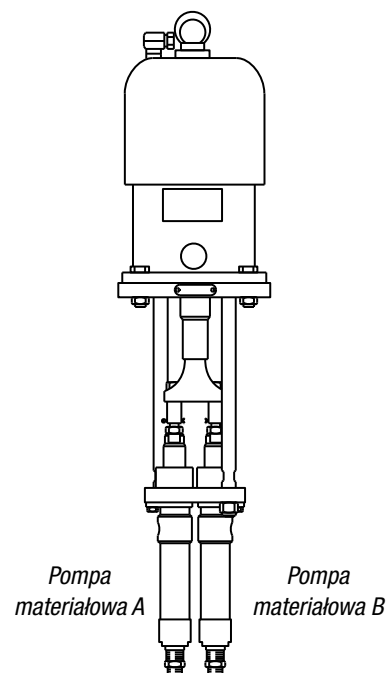
Test stosunku dozowania i procesu natrysku przy stosowaniu dozowników połączonych mechanicznie

Proces testu stosunku dozowania w przypadku sprzętu połączonego mechanicznie i pracującego z epoksydowymi materiałami przeciwogniowymi jest znany od długiego czasu i polega na pomiarze objętości mediów A i B dozowanych pod niskim ciśnieniem na wylocie węży mediów A i B. Nakładanie przeciwogniowych materiałów epoksydowych jest jednym z niewielu zastosowań wymagających tej metody kontroli przeprowadzanej przed każdym okresem natryskiwania. W większości przypadków użycia materiałów nieściśliwych ciśnienia A i B są monitorowane, a ponieważ materiały nie ulegają ściskaniu, stanowi to bardzo dobry wskaźnik systemu jako balansu cisań.

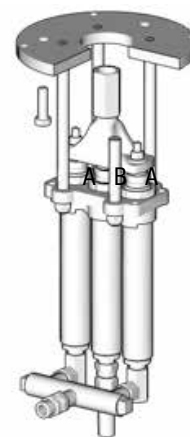
Przy zastosowaniu epoksydowych materiałów przeciwogniowych kontrola stosunku mieszania nie jest zawsze dokładna, choć można ją ulepszyć, zmieniając ciśnienie i temperaturę w czasie procesu. Kontrole prowadzone są też przy niskim ciśnieniu na wylocie z węży i pompy dozujące nie osiągają wymaganego wysokiego ciśnienia na wyjściu, przeciw któremu mogłyby pracować. Spowalnia to działanie zaworów kulowych pompy i wykorzystuje dodatkową część ruchu tłoka. Temperatury są regulowane, by dostosować lepkość, co powoduje wzrost lub zmniejszenie spadku ciśnienia przy napełnianiu pompy. Wartości ciśnienia są regulowane, by dostosować przepływ przez wolno działające zawory kulowe — niższy w jednym zbiorniku i wyższy w drugim — do wartości dozowania. Jeśli ciśnienie zbiornika jest obniżane, aby uzyskać wartość stosunku mieszania, występuje jeszcze większe sprężanie, niż jest to wymagane dla pompy wyporowej podczas natrysku. Wszystkie regulacje dopasowujące do wartości stosunku mieszania mają nieznaną wpływ na rzeczywiste proporcje uzyskiwane w czasie pracy przy ciśnieniach natryskowych. Maszyna kontynuuje natrysk przy nieokreślonym stosunku mieszania.

Zalety technologii dozowania — jak ona sobie radzi ze ściślnością?

Nową metodą dozowania, która pojawiła się w ciągu ostatnich pięciu lat, jest dozowanie ze stałym wtryskiem. Jest to również technologia wyporowa, lecz zastosowano w niej czujniki położenia liniowego i ciśnienia na każdej pompie dozującej. Czujniki liniowe mierzą przesunięcie, a zawory dozujące otwierają się i zamykają zgodnie ze stosunkiem mieszania (zob. Rysunek 8). Główną różnicą jest to, że pompy A i B pracują niezależnie od siebie (nie są mechanicznie połączone) i kawitacja lub „nurkowanie” jednej z pomp nie ma wpływu na drugą. Ponieważ pompy nie są połączone, każda z nich może całkowicie sprężyć materiał, który zostanie zliczony przez system, zanim medium osiągnie ciśnienie bliskie ciśnieniu natryskowemu. Regulator zna dokładną objętość przypadającą na mikrometr ruchu tłoka i ma możliwość pomiaru rzeczywistego wyparcia dla każdej pompy oraz odjęcia części ruchu, który został wykorzystany do sprężenia materiału. Dokładny stosunek dozowania jest wynikiem znanej, rzeczywistej wydajności każdej z pomp przy ciśnieniu natryskowym.



Rysunek 7.
Dozownik o stałym stosunku dozowania (mechaniczne).
Dla stosunku mieszania 1:1 zwykle stosuje się dwie pompy materiałowe. Dla stosunku mieszania nieparzystych powszechnie używa się trzech pomp materiałowych.





Zapewnienie stosunku dozowania przy użyciu dozowników

Kontrola stosunku dozowania dla dozowników jest zwykle niepotrzebna, ponieważ system posiada wbudowaną opcję utrzymania stosunku mieszania. Można ją jednak łatwo zapewnić. By uwzględnić ściśliwość, stosunek mieszania jest kontrolowany przy ciśnieniu co najmniej 172 barów (2500 psi). Zapewnia to pełne sprężenie medium do ciśnienia równego lub bliskiego ciśnieniu natryskowemu. Na stosunek mieszania nie ma wpływu ilość powietrza dostającego się do medium przez system zasilający. Kontrola stosunku dozowania prowadzona jest też na wyjściach maszyny, co eliminuje błędy spowodowane rozszerzalnością węża. Zmiana parametru — temperatury lub ciśnienia zbiornika — nie ma znaczącego wpływu na stosunek mieszania, natrysku ani próbki do kontroli dozowania. System będzie zapewniał takie sam przełożenie natrysku, chyba że zostanie ono ustawione poza zakresem możliwości kompensacji przez system. W takiej sytuacji system wyłączy się, by zapobiec nakładaniu materiału na powierzchnie natryskową. Dozowanie z dużą szybkością przebiega z dokładnym stosunkiem dozowania przez cały czas natrysku. Materiał B jest wtryskiwany przy podwyższonym ciśnieniu w strumień materiału A, by utrzymać dokładny stosunek mieszania. Ponieważ systemy są elektroniczne, można przed każdym okresem natryskiwania zaimplementować kolejną funkcjonalność. Testy stabilizacji ciśnienia w pompie są przeprowadzane automatycznie przed każdym okresem natryskiwania, co zapewnia, że system jest szczelny.

Rysunek 8.

W dozownikach materiałów A i B znajdują się osobne pompy wyposażone w czujniki liniowe i przetworniki ciśnienia.

Zawory dozujące otwierają się i zamykają, by regulować stosunek dozowania. Przed regulacją stosunku dozowania materiał może zostać wstępnie sprężony w każdej z pomp.

Sterowniki elektroniczne sprawdzają, czy w pompach lub zaworach dozujących nie pojawiły się nieszczelności.

Podsumowanie

W czasie natrysku materiałów o wysokiej lepkości — na przykład przeciwogniowych żywic epoksydowych — w dozowaniu objętościowym stosuje się dwie podstawowe metody: dozowniki połączone mechanicznie i dozowniki proporcjonalne. Ścisłość materiałów to często nie w pełni rozumiany, ale wymierny parametr, który jest ważny w czasie natrysku materiałów. Przeciwogniowe żywice epoksydowe to jedne z kilku materiałów wieloskładnikowych, które wymagają certyfikowanego sprzętu i urządzenia do nakładania. Wymóg certyfikacji wskazuje, że zapewnienie zgodności jest pewnym wyzwaniem. Obydwie metody dozowania są stosowane przemysłowo, a rzeczywiste zmienne mają nieznany bądź negatywny wpływ na wydajność natrysku.

Dozowniki proporcjonalne wykorzystują tę metodę pracy z tego rodzaju materiałami z kilku przyczyn. Po pierwsze urządzenia te mierzą dokładne przesunięcie, niezależnie od zmian gęstości medium, ciśnienia, temperatury, przepływu lub lepkości. Po drugie systemy takie mają możliwość monitorowania wszystkich funkcji, w tym utraty stosunku dozowania materiału lub wycieków w trakcie natrysku oraz automatycznego alarmowania lub wyłączenia się w razie braku materiału, przekroczenia zakresu ciśnienia, niekontrolowanej pracy pompy, nieszczelności pompy i zaworu lub nieprawidłowej pracy czujnika. Dozowniki pozwalają na proste testy dozowania i pompy, by kontrolować wydajność według masy. Wreszcie — dla każdego natryskiwanego materiału rejestrowane są: przepływ, ciśnienie, temperatura i współczynnik. Zalety i wady każdego rodzaju systemu powinny być znane osobom odpowiedzialnym za nakładanie powłok, dostawcom materiałów, inspektorom i klientom, by mogli oni sprawdzić, czy materiał będzie nakładany zgodnie ze specyfikacją producenta i podnieść ogólną wydajność w tego typu zastosowaniach.



Urządzenia natryskujące materiały wieloskładnikowe Graco XM™ PFP do dokładnej kontroli stosunku dozowania stosują ciągłe dozowanie wtryskowe.

BIOGRAFIA

Eric Rennerfeldt jest kierownikiem ds. wprowadzania produktu na rynek w dziale Applied Fluid Technologies firmy Graco Inc.

Marty McCormick jest głównym inżynierem w dziale Applied Fluid Technologies firmy Graco Inc.

©2014 Graco BVBA 349110 Wyd. A 3/14. Wszystkie dane zawarte w niniejszym dokumencie w formie pisemnej lub graficznej odzwierciedlają informacje aktualne w momencie oddawania go do druku. Firma Graco zastrzega sobie prawo do wprowadzania zmian bez uprzedniego powiadomienia. Wszystkie nazwy lub znaki firmowe używane są do celów identyfikacji i stanowią zastrzeżone znaki towarowe swoich właścicieli.