

Robert POLASIK¹, Tomasz KAŁACZYŃSKI², Janusz MUSIAŁ², Adam TROSZYŃSKI¹

e-mail: robert.polasik@utp.edu.pl

¹ Zakład Inżynierii Produkcji² Zakład Inżynierii Pojazdów

Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Metoda określania czasu przydatności do aplikacji poliaddycyjnego elastomeru silikonowego PA21

Wstęp

Praca przedstawia wyniki badań z zastosowaniem oryginalnego stanowiska [Polasik, 2015] dotyczących technologii aplikacji elastomeru dwuskładnikowego PA21 do przedmiotów o niewielkiej objętości.

Elastomery dwuskładnikowe [Bielanski, 2017] są materiałami powszechnie stosowanymi w technice, często do wytwarzania form elastycznych. W przypadku wykonywania takich form czas trwałości mieszanki ma niewielkie znaczenie ze względu na relatywnie krótki czas potrzebny do wypełnienia formy-wzornika. Jednak wypełnianie dużej liczby przedmiotów (gniazd, form) o niewielkiej objętości korzystnie jest realizować przez przygotowanie większej objętości mieszanki elastomer-katalizator. Wymaga to określenia czasu, w którym można aplikować mieszankę do form tak, aby nie nastąpiła zmiana jej stanu w układzie aplikującym.

Badania doświadczalne

Aparatura. Badania zostały przeprowadzone w *Laboratorium Zakładu Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego* w Bydgoszczy. Do realizacji badań dotyczących warunków przygotowania (mieszania) i aplikacji zastosowano piezoelektryczny siłomierz 9247B firmy KISTLER (Rys. 1) dokonujący pomiaru trzech składowych siły [Kistler, 2009]. Sygnał pomiarowy z siłomierza przesyłany był do wzmacniacza 5017B firmy [Kistler, 2009] i rejestrowany w komputerze, wyposażonym w oprogramowanie *DynoWare* producenta siłomierza. Podstawowe parametry 3-składowego siłomierza KISTLER 9257B zestawiono w tab. 1, natomiast w tab. 2 podano najważniejsze parametry wzmacniacza siłomierza.

Program DynoWare posiada strukturę bazy danych, a wyniki dla łatwiejszej obróbki zapisano w pliku tekstowym. Pliki te zaimportowano do arkusza kalkulacyjnego i poddano obróbce. Przed wykonaniem pomiarów siłomierz został skalibrowany zgodnie z załączoną kartą kalibracji. Dodatkowo w celu sprawdzenia poprawności wskazań siłomierz został poddany obciążeniu weryfikującemu działania programu.

Badania czasu przydatności mieszanki do aplikacji prowadzono na oryginalnym stanowisku, opracowanym dla tych badań. Składało się ono ze zbiorniczka zamocowanego do siłomierza oraz węgłownika prowadzonego na trzpieniu. Nacisk węgłownika wynosił 10 N.

Tab. 1. Parametry 3-składowego siłomierza 9257B [Kistler, 2009]

Parametr	Wartość
Próg odpowiedzi	< 0,01 N
Czułość dla zakresu od 0 do 500 N, na podstawie załączonej karty kalibracji, F_x	- 7,92 pC/N
Czułość dla zakresu od 0 do 500 N, na podstawie załączonej karty kalibracji, F_y	- 7,90 pC/N
Czułość dla zakresu od 0 do 1000 N, na podstawie załączonej karty kalibracji, F_z	- 3,69 pC/N
Linijowość dla wszystkich zakresów, na podstawie załączonej karty kalibracji, F_x , F_y , F_z	$\leq \pm 0,1$ % FSO
Przepustowość kanału	≈ 220 pF

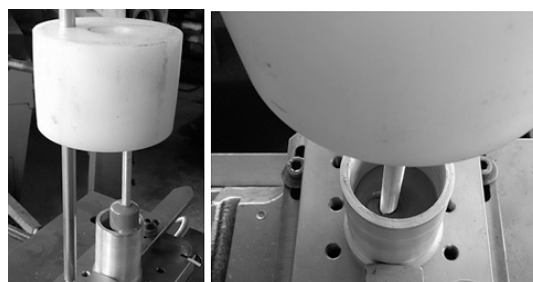
Tab. 2. Wzmacniacz siłomierza 5017B [Kistler]

Parametr	Wartość
Liczba kanałów	8
Zakres pomiarowy dla napięcia ± 10 V	$\pm 10 \div 999000$ pC
Czułość	0,01 \div 9990 pC/Jedn.*
Zakres skali	0,001 \div 9990000 Jedn.* / V
Zakres filtru dolnoprzepustowego	10 \div 30 kHz
Dryft czasowy (dla 25°C)	< $\pm 0,03$ pC/s

* Jedn. = dowolna jednostka, np.: N, bar, g

Budowę układu pokazano na rys. 1. Na podstawie doświadczeń z prac wykonywanych wcześniej [Domański i in., 2013] zastosowano częstotliwość próbkowania wynoszącą 300 Hz oraz filtr górno-przepustowy 30 Hz.

Materiały. Zgodnie z zaleceniami producenta [Progmar, 2017] przygotowywano elastomer poliaddycyjny poprzez zmieszanie silikonu z katalizatorem w proporcjach 1:1 (masowo) z zastosowaniem mieszadła wolnobrotowego – wykonano mieszadło dostosowane do zbiorniczka układu pomiarowego, liczba obrotów nie przekraczała 100/min. Czas mieszania wynosił 60 s. Badania prowadzono w warunkach normalnych, w miejscu osłoniętym od bezpośredniego oddziaływania promieni słonecznych.

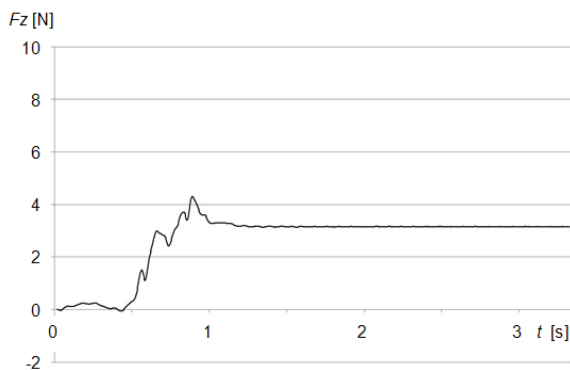
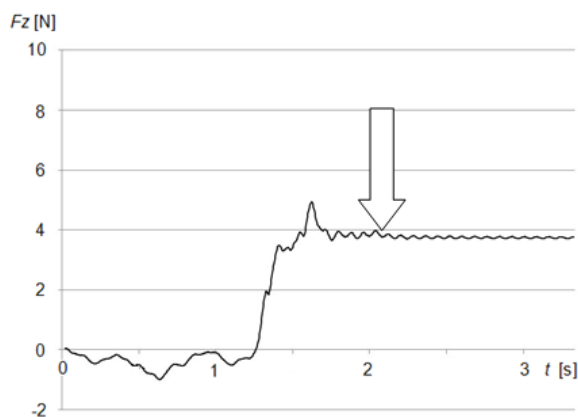
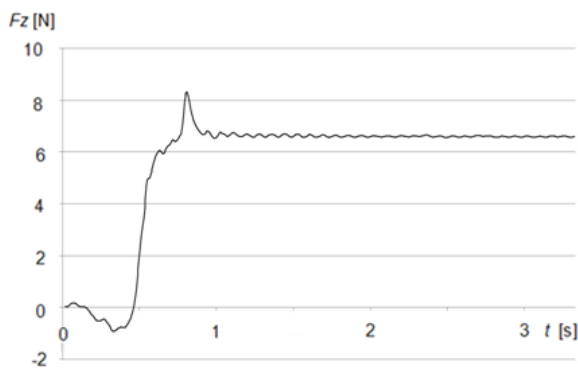
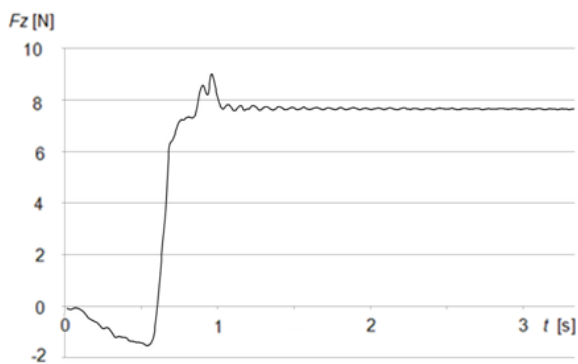


Rys. 1. Widok stanowiska, zastosowanego w badaniach czasu przydatności elastomeru do aplikacji

Wyniki i ich analiza

Postawiono tezę, iż w zależności od zmiany stanu winien zmieniać się charakter oddziaływania węgłownika na ścianki i dno zbiornika. W początkowym okresie czasu elastomer zmieszany z utwardzaczem ma właściwości zbliżone do cieczy, a w miarę upływu czasu uzyskuje właściwości elastosprężyste. Pomiar oddziaływania węgłownika na badany silikon poliaddycyjny wykonywano: bezpośrednio po zmieszaniu, a następnie po 5, 15 i 25 min od rozpoczęcia procesu mieszania.

Na rys. 2 - 5 przedstawiono wyniki pomiarów w postaci wykresów zmian wartości siły oddziaływującej F_z [N] w osi pionowej zbiorniczka (zgodnie z kierunkiem i zwrotem działania siły ciężkości) na płytę siłomierza.

Rys. 2. Zmiany wartości siły F_z [N] w funkcji czasu t [s] bezpośrednio po zmieszaniuRys. 3. Zmiany wartości siły F_z [N] w funkcji czasu t [s] po 5 min od rozpoczęcia mieszaniaRys. 5. Zmiany wartości siły F_z [N] w funkcji czasu t [s] po 15 min od rozpoczęcia mieszaniaRys. 5. Zmiany wartości siły F_z [N] w funkcji czasu t [s] po 25 min od rozpoczęcia mieszania

Czas, w którym mieszanina powinna nadawać się do aplikacji zgodnie z kartą produktu [Progmar, 2017] ma wynosić 15 min w 23°C. Z analizy zmian wartości siły F_z na rys. 3 wynika, że już po 5 min od rozpoczęcia mieszania elastomer posiadał cechy sprężyste – strzałką zaznaczono charakterystyczną dla tłumienia drgań postać zmian wartości siły F_z . Obserwując krzywą zmian wartości F_z stwierdzono znacznie intensywniejsze przenoszenie obciążenia. Analiza wykresów na rys. 4 i 5 wskazuje na rosnące przenoszenie obciążenia oraz stabilizację charakteru zmian wartości siły F_z w czasie. Nie zaobserwowano również charakterystycznych przełamań krzywej, wynikających ze zmian intensywności przepływu elastomeru między węglnikiem a ściankami bocznymi.

Przeprowadzone pomiary i ich analizy wskazują, że czas przydatności polimeru do aplikacji jest istotnie krótszy od deklarowanego przez producenta – pierwsze niekorzystne symptomy gwałtownych zmian właściwości poliaddycyjnego elastomeru silikonowego PA21, w warunkach przeprowadzania eksperymentu, zaobserwowano już po 5 min od początku procesu mieszania składników. Po 15 min od zmieszania nastąpiła znacząca zmiana charakteru przenoszenia obciążeń węglnika – zgodnie z deklaracją producenta po tym czasie polimer nie powinien być poddawany zmianom kształtu. Opracowana metoda wymaga prowadzenia dalszych prac, w szczególności modyfikacji układu prowadzenia i sposobu wyzwiania węglnika. Niedogodnością związaną z małymi wartościami siły i warunkami pomiaru są zakłócenia generowane przez siły pochodzące z drgań przenoszonych na układ pomiarowy.

Wnioski

Realizując cel pracy przeprowadzono analizę możliwości zastosowania oryginalnego stanowiska pomiarowego do określania czasu przydatności do aplikacji poliaddycyjnego elastomeru silikonowego PA2. Przeglądu literatury oraz dyskusja wyników przeprowadzonych badań umożliwiają sformułowanie następujących wniosków:

- Zaproponowana i eksperymentalnie zweryfikowana metoda może być stosowana do określania czasu aplikacji poliaddycyjnego elastomeru silikonowego PA21.
- Opisana metoda może być użyteczna podczas prowadzenia prac w warunkach odmiennych od podanych w karcie produktu, np. w podwyższonej temperaturze, w której czas przydatności na ogół ulega skróceniu.
- Wadą opisanej metody pomiarowej jest konieczność stosowania siłomierza wysokiej klasy z uwagi na niewielkie wartości mierzonych sił oraz konieczność ich rejestracji z wysoką częstotliwością. Niezbędna jest również obróbka danych i właściwa interpretacja uzyskanych wyników.
- Wyniki pomiarów i analiza wskazują na celowość dalszego prowadzenia badań nad możliwością stosowania opisanego oryginalnego sposobu określania czasu przydatności do aplikacji innych polimerów poliaddycyjnych.

LITERATURA

- Biełański A. (2017), *Podstawy chemii nieorganicznej*, t. 2. PWN, Warszawa
- Domański W., Leppert T., Polasik R., (2013) Badania wpływu właściwości cieczy chłodząco-smarujących na siły skrawania podczas toczenia. *Mechanik*, 1, 8-9, 555-562
- KISTLER, (2009). *Multicomponent dynamometer*. Kistler Instrumente AG Winterthur, Szwajcaria (10.2017): <https://www.kistler.com/?type=669&fid=51226>
- KISTLER, (2009). *Wielokanałowy wzmacniacz sygnału – dokumentacja techniczna/instrukcja użytkownika*. Kistler Instrumente AG Winterthur, Szwajcaria
- Polasik R. (2015), Raport z badań: *Innowacyjna technologia procesu aplikacji elastomerów do ochrony gwintu w nakrętkach*. Praca niepublikowana, Bydgoszcz
- PROGMAR (2017). *Silikon poliaddycyjny PA21* (10.2017): <http://progmar.sklep.pl/silikon-pa21-1kg-0-5kg0-5kg-p-121.html>