



# Nowości w gumach silikonowych: fluorosilikony

Gumy silikonowe są szybko rosnącym segmentem elastomerów. Dzięki stabilności parametrów w szerokim zakresie temperatur, ekologii i stale spadającym cenom, zdobywają wciąż nowe nisze rynkowe. Nowe zastosowania powstają na przykład podczas tzw. „downsizingu” silników spalinowych.



## MGR INŻ. JACEK KARPIŃSKI

Obecnie motoryzacja idzie w kierunku małolitrażowych silników. Zmniejszanie wymiarów, redukcja emisji CO<sub>2</sub> oraz zwiększanie efektywności powodują powstawanie coraz większych problemów z odpowiednim chłodzeniem. Jednocześnie silniki pracujące w wysokich temperaturach wykazują wyższą sprawność. W związku z tym stale podnoszenie temperatury pracy silników jest trendem, którego nie można ignorować. W przypadku metali temperatura nie jest problemem, jednak dążenie do zmniejszenia wagi wymusza zastosowanie materiałów polimerowych. Jedną z rosnących grup są kompozyty termoutwardzalne (o których w innym artykule) drugą elastomery (zarówno w postaci czystej, jak również wzmocnionej).

Kompozyty elastomerowe wzmocniane włóknami są znane od dawna. Rury wykonane z czarnej gumy lub EPDM i wzmocniane włóknami to standard. Jednak coraz wyższe wymagania termiczne powodują, że tradycyjne materiały dochodzą do kresu swoich możliwości. Z drugiej strony gumy silikonowe od dawna wykorzystywane były w innych



gałęziach przemysłu. Obecnie technologie silikonowe coraz częściej stosuje się w silnikach.

Jedną z aplikacji dla gum silikonowych w silnikach są przewody elektryczne w osłonie silikonowej. Innym znanym zastosowaniem są elektroizolacyjne osłony świec oraz przewody. Natomiast nowe zastosowania to elementy, które pracują w warunkach

**Dalsze naciski na zmniejszanie wymiarów, upraszczanie konstrukcji i wydajności silników wymuszają zastosowanie innowacyjnych materiałów dla zapewnienia odpowiednich parametrów wyrobu przy zachowaniu ekonomiczności procesu.**



dynamicznych w wysokich temperaturach (uszczelnienia i wytłumienia układu wydechowego, katalizatora itp.) oraz elementy narażone jednocześnie na szeroki zakres temperatur pracy i kontakt z płynami organicznymi (paliwo, smary itp.). Silikony, jakie znamy od dawna (MQ, VMQ), wykazują niewielką odporność na węglo-



wodory. Z drugiej strony fluoropolimery (FKM) znane są ze swej odporności.

Innowacją jest zastosowanie silikonów fluorowych (FSR, F-LSR, FVMQ). Dzięki elastyczności w szerokim zakresie temperatur (-60°C do +220°C) oraz odporności na węglowodory znajdują one zastosowanie w konstrukcji przewodów wysokotemperaturowych (takich jak elementy turbodoładowania). Dodatkowo, elementy wykonywane z fluorosilikonów mogą być tańsze niż z innych tworzyw fluorowych.

Silikony można podzielić ze względu na temperaturę wulkanizacji na RTV (utwardzane w temperaturze pokojowej) oraz HTV (wulkanizowane w wysokich temperaturach, zwykle powyżej 100°C). Silikony RTV, także fluorowe, są wykorzystywane do wykonywania uszczelnień oraz klejenia elastycznych elementów. Silikony HTV zwykle do wyrobów prasowanych (uszczelki, o-ringi) lub wytłaczanych (przewody, rury). W przypadku silikonów HTV możemy wyróżnić dwie



grupy: silikonu ciastowate (HCR), dostarczane w postaci bloków, oraz ciekłe (LSR), zwykle dwuskładnikowe.

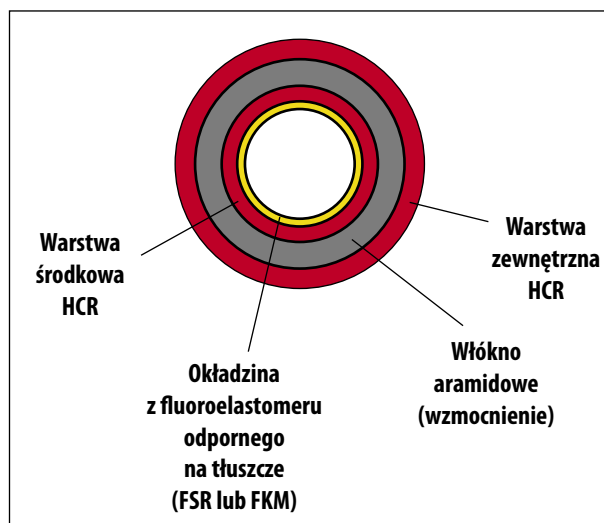
### Fluorosilikon HCR

Silikonu ciastowate HCR w postaci fluorowanej (FSR, FVMQ) świetnie nadają się do wytłaczania rur odpornych na temperaturę i jednocześnie na węglowodory. Typowe fluorosilikonu Dow Corning są testowane przez 42 dni w temperaturze 200 i 225°C oraz 7 dni w 175°C przy zanurzeniu w węglowodorach. Dodatkowo fluorosilikonu świetnie łączą się z innymi silikonami, pozwalając na znaczącą obniżkę ceny wyrobu. Jakość połączeń jest testowana przez 7 dni w 175°C, a typową konstrukcją przewodu pokazuje rysunek.

### Fluorosilikon LSR

Kolejną innowacją w motoryzacji są ciekłe silikonu F-LSR. Dzięki zastosowaniu układu dwuskładnikowego katalizowanego platyną, udało się uzyskać skrócenie czasów wulkanizacji w formie do kilku minut! Jednocześnie odporność na węglowodory, parametry mechaniczne i zakres temperatur są podobne do FSR. Silikonu ciekłe wymagają innych maszyn niż ciastowate. Zwykle są to systemy mieszająco-dożujące z mieszalnikiem statycznym. Ze względu na prostą konstrukcję, tego typu układy wtryskowe nie są drogie, a dzięki niskiemu ciśnieniu wtrysku może być zastosowany układ zamykający o mniejszej sile.

W przypadku silikonu F-LSR możliwe jest uzyskanie niskich stopni



twierdności, często niemożliwych w przypadku FSR. Na przykład FL30-9201 wykazuje twardość Shore-A na poziomie 20A i jednocześnie wydłużenie do zerwania 560 proc. oraz współczynnik kompresji 34 proc. Producenci często obawiają się produktów dwuskładnikowych, jednak produkty serii Silastic w stanie zmieszonym mogą być przetrzymywane do 3 dni, co powoduje, że nawet w przypadku przerw produkcyjnych, mieszanka w dyszach i przewodach pozostaje płynna.

Silikonu F-LSR charakteryzują się niską lepkością. Dzięki temu nawet przy niskim ciśnieniu wtrysku bardzo dobrze wypełniają formę i odwzorowują detale. Przy zastosowaniu F-LSR można uzyskać wyroby cienkościennie o jednolitej grubości oraz wykorzy-

## Fluorosilikonu świetnie łączą się z innymi silikonami, pozwalając na znaczącą obniżkę ceny wyrobu

stywać większe formy wielogniazdowe. Dodatkowo, katalizator platynowy nie wydziela substancji lotnych podczas wulkanizacji i wygrzewania, oferując wyższy komfort dla pracownika i zmniejszenie emisji. Kolejną zaletą jest uzyskiwanie elementów bez wypływek, co znacznie zmniejsza lub eliminuje obróbkę wykańczającą. Ciekłe fluorosilikonu pozwalają także na tzw. overmolding. Dzięki temu można uzyskiwać skomplikowane elementy w połączeniu z termoplastami, przy zastosowaniu specjalnych wtryskarek. Możliwe jest nawet wtrysnięcie wyrobu z tworzywa i następnie obtłuszczenie fluorosilikonem w jednym cyklu.

Zastosowanie F-LSR skraca czasy produkcyjne, eliminuje lub redukuje dodatkowe operacje oraz zmniejsza narażenie pracownika. Wszystkie te zalety powodują, że mimo nieco wyższej ceny F-LSR w stosunku do FSR, technologia ta rozwija się bardzo szybko.

### Podsumowanie

**Dalsze naciski na zmniejszanie wymiarów, upraszczanie konstrukcji i wydajności silników wymuszają zastosowanie innowacyjnych materiałów dla zapewnienia odpowiednich parametrów wyrobu przy zachowaniu ekonomiczności procesu. Dzięki zastosowaniu silikonu FSR i F-LSR możliwe jest zaspokojenie tych wymagań, a współpraca z lokalnymi specjalistami pozwoli na uniknięcie pułapek przy zastosowaniu innowacyjnych materiałów i technologii.** ■

#### Bibliografia:

1. Recent Innovations in Fluorosilicone Rubber. Presented at IRC 2009 Conference, Nuremberg, Germany, D. Lawson, M. Pagliani, E. Bravais, C. Gross, L. Tonge, F. Virlogeux, B. Cuocci, H. P. Wolf.
2. Materiały firmy Dow Corning dostępne na stronach [www.dowcorning.com](http://www.dowcorning.com) i [www.xiameter.com](http://www.xiameter.com).
3. Materiały firmy Milar.

**Kolejną innowacją w motoryzacji są ciekłe silikonu F-LSR.**