

Nowoczesne technologie produkcji przewodów gumowych dla branży samochodowej

COLMEC należy do światowych liderów w dziedzinie produkcji linii do wytłaczania gumy i silikonu. Swoją silną pozycję firma zawdzięcza m.in. unikalnym technologiom w zakresie produkcji węży gumowych do przewodów stosowanych w branży samochodowej.



MGR INŻ. ELIGIUSZ SIDOR
MGR INŻ. MARCIN JĘDRZEJCZYK

Poniżej przedstawiamy opisy technologii produkcji węży w zależności od zastosowania przewodów i ich konstrukcji.

O konstrukcji węża decydują takie czynniki jak: zakres ciśnienia pracy, zakres temperatury pracy, odporność chemiczna, zarówno od wewnątrz na medium przesyłane, jak i od zewnątrz, wymagana elastyczność i odporność zmęczeniowa na częste odkształcenia. Podstawowe różnice w konstrukcji węży dotyczą, oprócz podstawowej geometrii, także rodzaju i ilości poszczególnych warstw współwytłaczanych oraz rodzaju stosowanego oplotu wzmacniającego.

W branży motoryzacyjnej stosowane są różne rodzaje węży do przewodów samochodowych i można je podzielić na następujące grupy:

- Przewody do TCI (Turbo Charge Intercooler),
- Przewody hamulcowe,
- Przewody do układu wspomagania kierownicy,
- Przewody do klimatyzacji,
- Przewody paliwowe,
- Przewody gumowe niskiego ciśnienia.

Ze względu na różnorodność konstrukcji i stosowanych materiałów w zasadzie każdy z poszczególnych rodzajów węży wymaga stosowania innej linii produkcyjnej.

Węże kształtowe do TCI (Turbo Charge Intercooler)

Ze względu na nieustające wysiłki koncernów motoryzacyjnych w pod-

Ze względu na różnorodność konstrukcji i stosowanych materiałów w zasadzie każdy z poszczególnych rodzajów węży wymaga stosowania innej linii produkcyjnej.

noszeniu sprawności silników spalinyowych technologie turbodoładowania silników zaopatrzone w intercooler są coraz bardziej powszechne. Powoduje to stale rosnące zapotrzebowanie na węże gumowe do tego typu aplikacji. Jest to nowa generacja węży kształtowych o relatywnie dużych średnicach, złożonych z kilku warstw gumy oraz oplotu tkaninowego. Z racji zastosowania w układach turbosprężarek węże te pracują w szerokim zakresie temperatur, jakie wymagane są przez silniki diesla oraz benzynowe nowej generacji. Muszą ponadto być odporne na wpływ oleju, który może osadzić się zarówno na zewnątrz, jak i wewnątrz przewodów.

Węże do TCI są produkowane z różnych mieszanek, w zależności od zastosowania. Najczęściej spotykane są węże z kauczuku etylenowo akrylowego AEM, z kauczuku akrylowego ACM oraz węże silikonowe z warstwą wewnętrzną z FVMQ lub FKM.

Najnowsze konstrukcje węży do TCI składają się z 4 warstw:

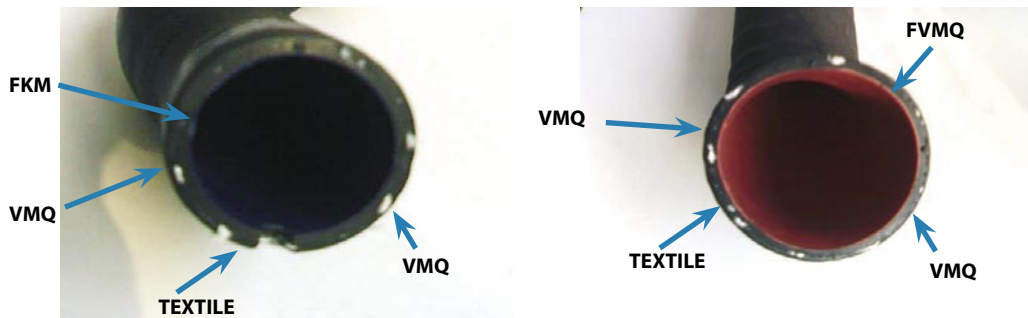
- Koekstrudowana warstwa wewnętrzna, złożona z powłoki wewnętrznej z kauczuku fluorosilikonowego FVMQ lub kauczuku fluorowego FKM,

zapewniających odporność na paliwa i oleje,

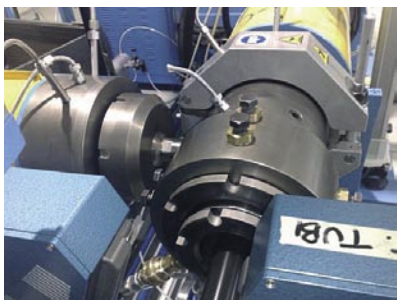
- Pośrednia warstwa z kauczuku silikonowego VMQ, zapewniająca odporność termiczną,
- Oplot z włókien aramidowych, niezbędna do zapewnienia wytrzymałości na wysokie ciśnienie przy wysokich temperaturach,
- Powłoka zewnętrzna z kauczuku silikonowego VMQ, zapewniająca odporność termiczną.

Obecnie tego typu węże są produkowane w procesie ciągłym bez zastosowania rdzeni, co owocuje znaczą redukcją kosztów i poprawą jakości produktu końcowego.

Dwa ekstrudery (ekstruder główny i koekstruder) tłoczą jednocześnie powłokę wewnętrzną z FVMQ lub FKM o grubościach w zakresie 0,4 – 0,5 mm oraz pierwszą warstwę silikonową o grubości 1,5 – 2,5 mm. Grubości są proporcjonalne do średnicy węża. Kształt głowicy zapewnia perfekcyjną adhezję warstw z tych materiałów. Głowica jest ponadto wyposażona w system regulacji koncentryczności dwóch warstw materiału (FVMQ/FKM oraz VMQ).



Etapy produkcji węży silikonowych Turbo charge intercooler



Głowica do koekstruzji



Urządzenie do napyłania silikonu



Głowica powlekająca



←
Jednostka tnąca



Rdzenie metalowe kształtowe
→



Autoklaw

Po ochłodzeniu wytłoczonego rdzenia nakładany jest oplot z włókna syntetycznego (są to z reguły włókna aramidowe) o tak dobranym naciągu, by uniknąć deformacji przekroju węża i efektu wielokąta. Na wykonany oplot specjalna jednostka natryskowa napyła warstwę ciekłego silikonu, który poprawi adhezję ostatniej wytłaczanej warstwy.

Wytłaczarka, podłączona do głowicy powlekającej wyposażonej w pompę próżniową odgazowania, nakłada na zabrojoną wąż powłokę z silikonu. System podciśnieniowy powoduje, że w momencie nakładania warstwy zewnętrznej powierzchnia węża jest stale przyciągana do głowicy, dzięki czemu zagwarantowana jest stała grubość warstwy zewnętrznej.

Dzięki specjalnemu systemowi laserowego pomiaru kształtu węża oraz nadciśnieniu utrzymywanemu wewnątrz węża w czasie tłoczenia, zapewniona jest stabilność wymiarowa w ciągłym procesie produkcji. Gdy system pomiarowy wykryje, że średnica węża maleje, wówczas automatycznie zwiększane jest ciśnienie wewnątrz węża, co powoduje, że średnica wraca do zadanej wartości.

Urządzenie transportujące i chłodzące wyposażone jest w jednostkę



tnącą, która zapewnia precyzyjne cięcie węża bez deformacji przekroju. Cięte odcinki węża są nasuwane na metalowe rdzenie kształtowe (kopyta), a następnie wulkanizowane w autoklawach. Właściwe ciśnienie i temperatura pary w autoklawie zapewnia perfekcyjne połączenie czterech warstw węża oraz zachowanie kształtu w czasie wulkanizacji. W przypadku węży silnie zakrzywionych w celu zapobiegania ich rozwarstwieniu w czasie wulkanizacji, po nasunięciu ich na rdzenie, można stosować dodatkowe owijanie węży specjalną taśmą. Gwarantuje ona odpowiedni docisk węża do rdzenia i wymusza przyleganie warstw w czasie wulkanizacji.

Węże kształtowe niskiego ciśnienia do wody

Tego rodzaju węże kształtowe produkowane są w szerokim zakresie średnic, maksymalnie do 120 mm. Węże te są produkowane w procesie ciągłym w technologii podobnej, jak produkcja węży do TCI, a więc bez rdzeni i jednoetapowo. Są zazwyczaj zbrojone za pomocą oplotu z włókien sztucznych, umieszczonego pomiędzy warstwą wewnętrzną i powłoką zewnętrzną.

Prędkość wytłaczania i oplątywania osiąga 20 m/min. Stosowany jest oplot typu LOCK STITCH oraz PLAIN STITCH.



Wytłaczanie warstwy wewnętrznej



Wykonywanie oplotu



Chłodzenie



Powlekanie warstwą zewnętrzną



Powlekanie warstwy zewnętrznej



Powlekanie rdzenia elastycznego



Węże hamulcowe

Są to węże o małych rozmiarach (średnica wewnętrzna 3 – 5 mm), które muszą wytrzymać wysokie wartości ciśnienia płynów hamulcowych lub powietrza, i z tego względu wymagają zastosowania podwójnego oplotu zbrojenia wykonywanego z drutów stalowych.

Węże te produkowane są z wykorzystaniem rdzeni metalowych lub elastycznych z tworzywa sztucznego. Rdzenie używane do produkcji węży pomagają zachować właściwy kształt węża w czasie nakładania kolejnych warstw gumy w procesie koekstruzji, w czasie wykonywania oplotu (oplot metalowy wymaga stosowania większego naciągu drutu w czasie oplatania, niż w przypadku oplotu z włókien sztucznych) oraz w procesie wulkanizacji. Technologia produkcji węży z wykorzystaniem rdzeni jest podobna do powlekania drutu warstwą izolacji przy produkcji kabli elektrycznych. Rdzenie te są następnie usuwane ze środka węża. Usuwanie rdzeni odbywa się metodą hydrauliczną przez wtłaczanie wody pod ciśnieniem do wnętrza węża. W nowoczesnych liniach używa się praktycznie wyłącznie rdzeni elastycznych z PA, chociaż stosowane są również inne materiały, jak np. PP, głównie ze względu na niższą cenę. Rdzeń elastyczny może być użyty wielokrotnie – standardowo 10 – 20 razy.

Rdzenie poliamidowe są trwalsze i mogą być stosowane w większej liczbie cykli, są one ponadto bardziej elastyczne od rdzeni z PP oraz są łatwiejsze w usuwaniu z gotowych węży. Za pomocą specjalnych urządzeń możliwe jest kalibrowanie rdzeni, jeśli ich kształt odbiega od tolerancji lub zgrzewanie rdzeni w celu uzyskania długiego rdzenia z kilku kawałków uzyskanych po wyeliminowaniu uszkodzonego fragmentu. Technologia rdzeni elastycznych umożli-

Rdzenie poliamidowe są trwalsze i mogą być stosowane w większej liczbie cykli, są one ponadto bardziej elastyczne od rdzeni z PP oraz są łatwiejsze w usuwaniu z gotowych węży.

liwia produkcję, zarówno cienkich węży o średnicy wewnętrznej od 3 mm, jak i tych o średnicy nawet 50 mm. Długość stosowanego rdzenia może osiągać 2000 m. Ograniczeniem jest możliwość usuwania coraz dłuższych rdzeni oraz możliwości urządzeń zdawczych i nawijarek, jeśli chodzi o maksymalną pojemność bobiny.

Etapy produkcji:

- Powlekanie rdzenia elastycznego pierwszą warstwą gumy. Stosuje się wyciarkarkę z pompą zębatą w celu wytworzenia wysokiego ciśnienia gumy w głowicy powlekającej, dzięki czemu temperatura gumy pozostaje niska nawet przy wysokich prędkościach wtłaczania przekraczających 40 m/min.
- Wykonanie podwójnego oplotu zbrojenia na pierwszej warstwie gumy.

- Powlekanie warstwą zewnętrzną oraz cięcie, składowanie w linii i umieszczenie produktu w autoklawach w celu wulkanizacji.

Węże układu wspomagania kierownicy i klimatyzacji

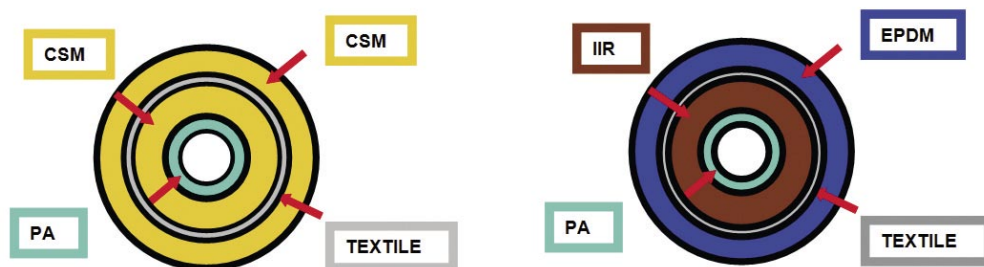
Zazwyczaj do produkcji obydwu rodzajów węży można stosować tę samą linię produkcyjną. W przypadku produkcji węży do klimatyzacji, do podstawowej linii produkcyjnej należy dodać wyciarkarkę do tworzyw termoplastycznych w celu wykonania dodatkowej warstwy z poliamidu o grubości 0,15 mm, pełniącej funkcję barierową, której zadaniem jest ograniczenie przenikania czynnika chłodniczego.

Wyróżnia się dwie konstrukcje węży do klimatyzacji:

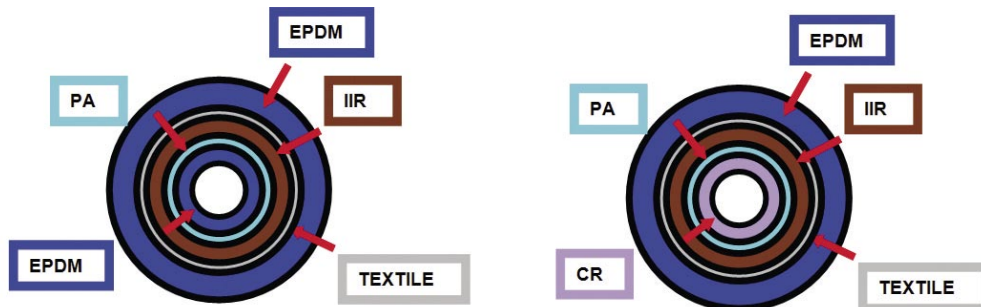
- typu „venerer”, gdy warstwa PA jest warstwą wewnętrzną,
- typu „barrier”, gdy warstwa PA znajduje się pomiędzy warstwami gumy.

Węże typu barrier, mimo swojej bardziej złożonej budowy, stosuje się ze względu na obecność warstwy gumowej od wewnątrz, która zapewnia lepszą przyczepność węża do końcówek metalowych stosowanych przy budowie gotowych przewodów. Jest też elastyczna i lepiej się dopasowuje do powierzchni radełkowanych.

Przykłady węży o konstrukcji typu „venerer”



Przykłady węży o konstrukcji typu „barrier”





Nakładanie warstwy gumowej



Nakładanie warstwy poliamidowej



Chłodzenie

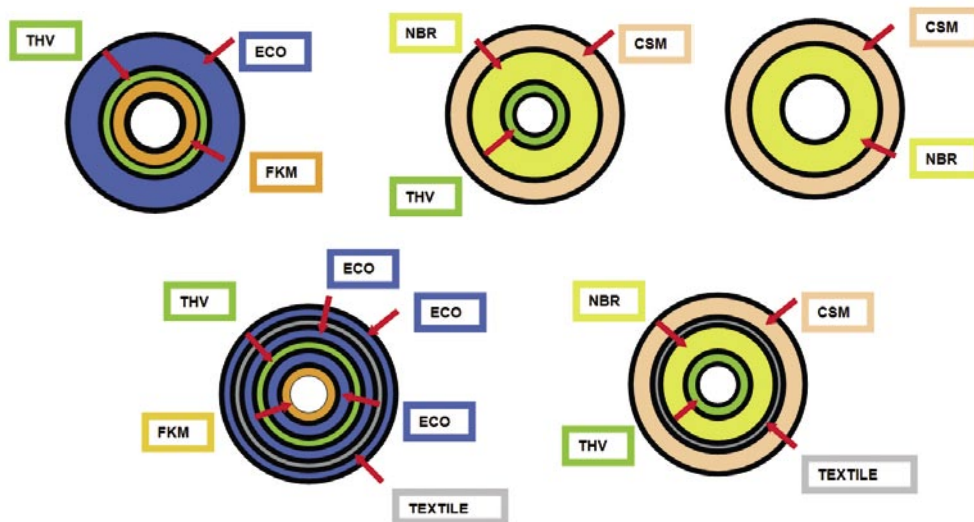


Nawijanie



LINIA DO WYTŁĄCZANIA

Kilka przykładów konstrukcji węży paliwowych:



Węże te produkowane są z wykorzystaniem rdzeni elastycznych za pomocą zespołu trzech wytlaczarek: jednej do warstwy barierowej z PA i dwóch do różnych rodzajów gumy. Oplot jest wykonywany na osobnej linii, natomiast warstwy zewnętrzne i wewnętrzne są wykonywane na tej samej linii z użyciem innych zestawów głowic powlekających.

Węże paliwowe

Jest wiele procesów produkcyjnych węży paliwowych, gdyż ich konstrukcja może być bardzo różnorodna. Spotyka się m.in. następujące konstrukcje węży: z więcej niż jedną warstwą gumy, z warstwą tworzywa termoplastycznego lub bez oraz z warstwą tkaniny lub bez. THV (fluorowane tworzywo termoplastyczne), podobnie jak guma FKM (kautczuk fluorowany) są stosowane w celu zapewnienia odporności na paliwo.

Węże paliwowe kształtowe produkowane są w innowacyjnej technologii rdzenia gumowego niewulkanizowanego. Innowacyjność technologii polega na tym, że rdzeń jest wytłaczany bezpośrednio na linii i w związku z tym, proces produkcji jest procesem w pełni ciągłym. Ponieważ rdzeń jest wyjmowany przed wulkanizacją węży, to możliwe jest jego zmielenie i ponowne wykorzystanie w procesie produkcji. ■



Wytłaczanie rdzenia gumowego



Nakładanie THV



Konstrukcja NBR z CSM



Cięcie