



**ZASADNICZE RÓŻNICE WYSTĘPUJĄCE W MECHANIZMIE PROCESU
IZOLOWANIA MIĘDZY MATERIAŁAMI TERMOKURCZLIWYMI
NOWEJ I STAREJ GENERACJI**

**FUNDAMENTAL DIFFERENCES IN INSULATION PROCESS MECHANISM
BETWEEN NEW AND OLD GENERATIONS TERMOHRINKING
INSULATION MATERIALS**

mgr inż. Andrzej Garyantesiewicz

AGGOR P.W., Poznań

Słowa kluczowe: korozja, izolacja, termokurczliwe
Keywords: corrosion, insulation, termoshrinking

Streszczenie:

W referacie przedstawiono opisowo i tabelarycznie zasadnicze różnice jakie występują w mechanizmie procesu izolowania połączeń spawanych rur stalowych materiałami termokurczliwymi nowej i starej generacji.

Zaprezentowano teoretycznie i poglądowo na rysunkach mechanizm likwidowania pustych przestrzeni podpowłokowych w obu przypadkach.

Przedstawiono na zdjęciach mechanizm zaniku pustych przestrzeni podpowłokowych i mechanizm samoregeneracji (samonaprawy) powłok termokurczliwych nowej generacji wraz z demonstracją tych procesów na modelach.

Summary:

In the report the author had presented in descriptive and tabelaric form fundamental differences appear in an insulation processing mechanism of welded joints of steel pipelines with new and old generations materials.

The were presented illustrations how the mechanism of liquidating the empty spaces under the coating works in the theory and practice, for both material generations.

There was presented a photographic documentation of the process of self repairing (hollows liquidating) by the new generation termoshrinking insulating materials. The process was practically demonstrated on the real models, too.

Zasadnicze różnice występujące w mechanizmie procesu izolowania między materiałami termokurczliwymi nowej i starej generacji.

Powszechnie nieuświadamiany brak znajomości mechanizmu działania procesu izolacji przy izolowaniu rur stalowych materiałami termokurczliwymi prowadzi do szeregu nieporozumień. W szczególności prowadzi to do braku świadomości, że proces ten przebiega całkowicie odmiennie dla materiałów termokurczliwych starej i nowej generacji. Referat ten podejmuje zadanie przedstawienia różnic w przebiegu procesu izolacji rur materiałami kurczliwymi obu generacji.

Wszystkie tworzywa sztuczne w tym folie PE i butylokauczuk są nieznacznie przepuszczalne dla pary wodnej, powietrza i innych gazów (patrz wskaźniki przenikalności podane w literaturze). Przenikalność tworzyw sztucznych zależy od ich rodzaju, struktury, jak również ciśnienia gazów znajdujących się w przestrzeni zamkniętej określonym tworzywem. I tak np. dla gazu ziemnego zamkniętego w rurze z PE o ciśnieniu niskim do 1 bar wystarczy stosować PE typ SDR 17 o gęstości PE wystarczającej do ograniczenia przenikania gazu do wielkości technicznie dopuszczalnych, natomiast przy średnim ciśnieniu do 4 bar koniecznym jest już stosowanie PE o podwyższonej gęstości typu SDR 11, która przy tym ciśnieniu również ogranicza przenikanie gazu do wielkości technicznie dopuszczalnych.

Podczas montażu izolacyjnej powłoki termokurczliwej w warunkach budowy praktycznie niemożliwym jest aby pod nią nie zostały zamknięte pęcherze powietrza. Pozbycie się pęcherzy jest jednym z warunków niedopuszczenia do powstania korozji podpowłokowej, której wystąpienie jest groźne z uwagi na brak możliwości jej lokalizacji znanymi technikami pomiarowymi. W praktyce występują dwa obszary w obrębie izolowanego połączenia spawanego rur stalowych szczególnie narażone na występowanie pustych przestrzeni-pęcherzy, są to:

- miejsca wzdłuż zakładki opaski termokurczliwej
- miejsca na obwodzie spawu spawalniczego

W przypadku powłok izolacyjnych termokurczliwych starej generacji podpowłokowych pęcherzy powietrza staramy się pozbyć w trakcie montażu poprzez wyciskanie ich za pomocą rolek dociskowych oraz przeciwdziałać ich skutkom przez pokrywanie powierzchni rury żywicą w trakcie procesu termicznego montażu izolacji (50-80°C).

W przypadku powłok izolacyjnych termokurczliwych nowej generacji podpowłokowe pęcherze powietrza jak również woda i para wodna znikają samoczynnie, gdyż wymusza to mechanizm działania izolacji termokurczliwych nowej generacji.

Dla uproszczenia omówienia różnic w mechanizmie procesu izolacji za pomocą powłok termokurczliwych nowej i starej generacji przyjmijmy dalej nazywać warstwę znajdującą się pod folią termokurczliwą w obu generacjach jako "klej".

Powłoki termokurczliwe nowej generacji

Jeżeli podczas montażu izolacyjnych powłok termokurczliwych nowej generacji zostanie pod powłoką zamknięte powietrze, para wodna (wilgoć), to znajdują się one pod ciśnieniem wynikającym z napięcia termokurczliwego folii termokurczliwej PE. Ciśnienie to powoduje bardzo powolne przenikanie powietrza, pary wodnej, wilgoci przez nieuszkodzoną powłokę termokurczliwą nowej generacji. Teoretycznie proces ten zakończyłby się w przypadku wyrównania ciśnienia pomiędzy powietrzem otoczenia i powietrzem zamkniętym w pęcherzu.

Ten przypadek jednak nie występuje, gdyż folia termokurczliwa naciska stale, a w miarę opróżniania pęcherza z powietrza (pary wodnej) w jego miejsce wpływa miękki klej (specjalnie modyfikowany butylokauczek) utrzymując zwiększone ciśnienie powietrza (pary wodnej) w pęcherzu co powoduje dalszą dyfuzję powietrza (pary wodnej) przez powłokę aż do całkowitego zaniku pęcherza i wypełnienia wszystkich wolnych przestrzeni (w tym mikropor na stali) przez miękki półpłynny klej.

Opisany wyżej proces zaniku pęcherzy powietrza (pary wodnej) jest możliwy dzięki dwu właściwościom nowej generacji materiałów termokurczliwych:

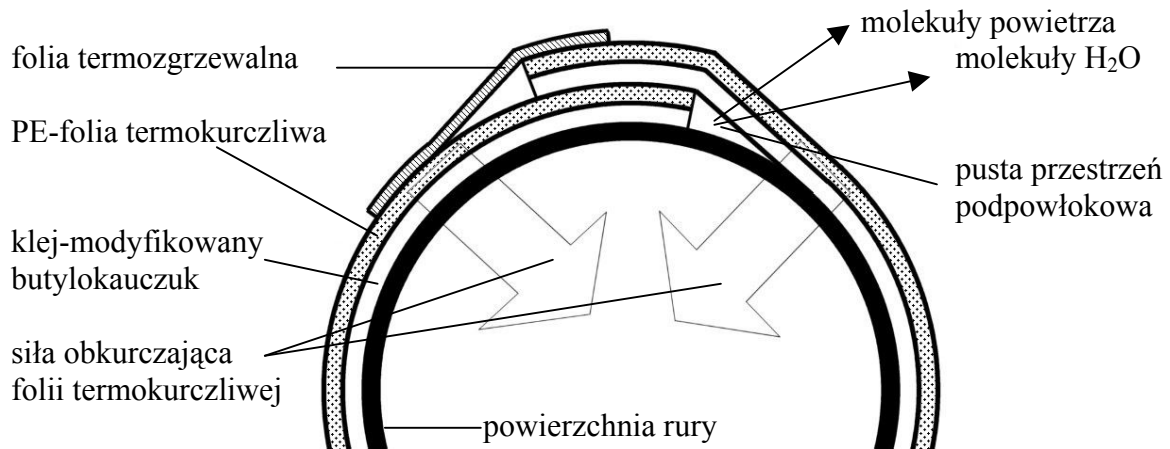
- miękkiej, elastycznej, półpłynnej strukturze specjalnych klejów (butylokauczukowych)
- ciągłemu działaniu siły obkurczającej specjalnie sieciowanej (modyfikowanej) folii PE

Należy przy tym zauważyć, że siła nacisku folii PE nie jest mała, wprawdzie przy temperaturze obkurczania $>120^{\circ}\text{C}$ siła ta oddziałuje z wartością ok. 2 N/cm szerokości folii to po ochłodzeniu przy temperaturze 20°C oddziałuje już z wartością ok. 22 N/cm szerokości folii. Jak z tego wynika klej butylokauczukowy dociskany jest szczególnie mocno do powierzchni rury dopiero po ochłodzeniu, po procesie kurczenia. Oczywiście ta siła nacisku zmniejsza się wraz z wzrastającą średnicą rury.

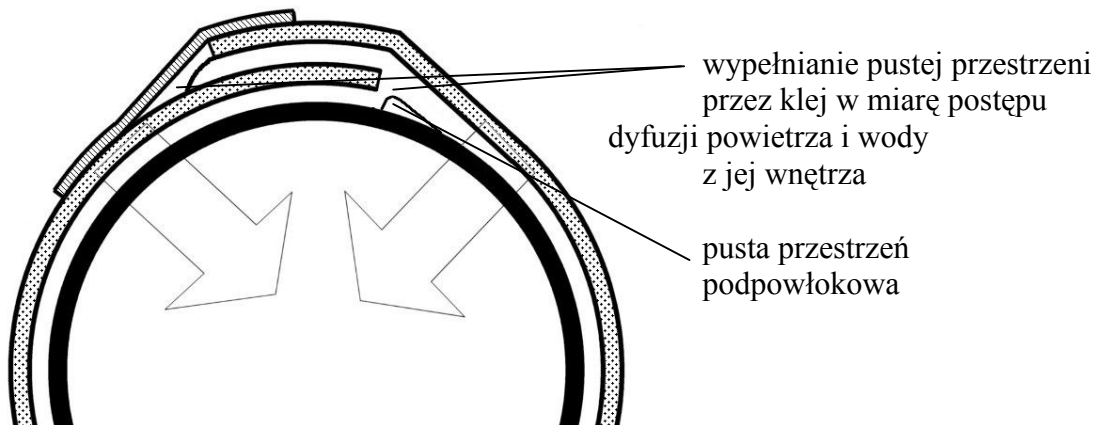
Przedstawiona struktura powłoki termokurczliwej nowej generacji, właściwości materiałów ją tworzących i mechanizm izolowania pozwalają na to, że można ją montować na zimną rurę bez podkładu gruntującego.

Mechanizm działania powłoki termokurczliwej nowej generacji

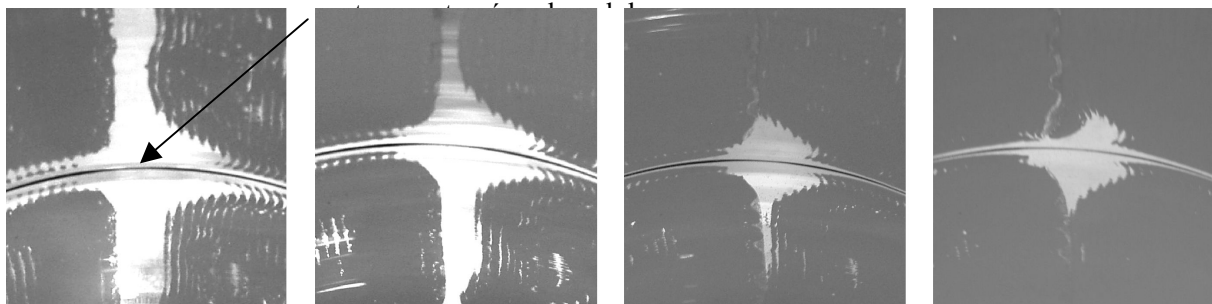
rys1. Stan bezpośrednio po montażu



rys2. Zanikanie pustej przestrzeni podpowłokowej



Przedstawienie mechanizmu działania powłok termokurczliwych nowej generacji na zdjęciach.



Stan: po nałożeniu

po 24 godzinach

po 4 dniach

po 15 dniach

Symulacja zanikania pustych przestrzeni na zakładce opaski termokurczliwej nowej generacji przy symulowanym spawie o wysokości 4 mm

Ostatecznie otrzymujemy powłokę izolacyjną składającą się z stale półpłynnej, elastycznej warstwy kleju butylokauczukowego, stale obciskanego folią termokurczliwą. Pod taką powłoką nie występują puste przestrzenie w postaci pęcherzy. Oznacza to również, że powłoki te są stale "żywotne (ruchliwe)", a ich drobne uszkodzenia nawet jeśli wystąpią po latach od ich zamontowania zostaną samoczynnie zlikwidowane w procesie samonaprawy - samoregeneracji.

Powłoki termokurczliwe starej generacji

Kleje stosowane w powłokach termokurczliwych starej generacji są klejami termoaktywnymi tj. klejami topliwymi stosowanymi na gorąco, wymagają więc ogrzania rury do temperatur powyżej 60°C przy czym temperatura ta jest różna dla różnych klejów i dla każdego z nich musi być dokładnie badana i dotrzymywana aby dany klej się właściwie roztopił.

Kleje te po ochłodzeniu stają się twarde, "martwe" oznacza to, że ich kształt i struktura nie może ulec zmianie i mimo działania siły obkurczającej folii termokurczliwej nie poddają się jej działaniu, nie mogą więc wywierać wzrostu ciśnienia w obszarze pustych przestrzeni (pęcherzy). Kleje te zastygają po przyklejeniu, nie wpływają w puste przestrzenie, nie wywołując tym samym zjawiska dyfuzji molekuł powietrza czy pary wodnej przez powłokę izolacyjną na zewnątrz.

W przeciwieństwie do nietopliwych klejów nowej generacji materiałów termokurczliwych, topliwe kleje starej generacji stwarzają niebezpieczeństwo objawiające się ich spływaniem pod wpływem wymaganego do obkurczania ciepła z wierzchołka do podstawy rury, a także wypływaniem bokami opaski termokurczliwej. Może to spowodować niedopuszczalne zmniejszenie odporności na uderzenia i przyczepności zwłaszcza na wierzchołku rury, gdyż warstwa kleju nie będzie równomierna na całym obwodzie rury i wystąpi znaczne zmniejszenie grubości opaski izolacyjnej w obszarze wierzchołka rury.

Jak z powyższego wynika różnice między izolacyjnymi generacjami materiałów termokurczliwych leżą w inżynierii materiałowej, w strukturze i właściwościach materiałów zastosowanych w obu generacjach.

Zasadnicze występujące różnice zestawiono w załączonej tabeli:

Nowa generacja materiałów termokurczliwych	Stara generacja materiałów termokurczliwych
1. Podkład gruntujący na izolowane połączenie	
- jest zbędny	- stosowanie wymagane w większości przypadków
2. Połączenie spawane na rurze	
- nie wymaga podgrzewania, gdyż	- wymaga ogrzania do temperatury

stosowane kleje butylokauuczukowe nie wymagają podgrzewania	50-80°C, gdyż stosowane kleje termoaktywne wymagają stopienia
3. Kontrola procesu ogrzewania - pomiar temperatury	
<ul style="list-style-type: none"> - nie jest wymagana, pomiar temperatury zbędny, gdyż wystarczy wizualna kontrola procesu kurczenia, która kończy się kiedy opaska zostanie ciasno obkurczona. Kontrola temperatury jest zbędna, gdyż klej nie musi być ogrzany, wystarczy tylko ogrzanie folii termokurczliwej - klej butylokauuczukowy uzyskuje pełną przyczepność także na zimnej rurze 	<ul style="list-style-type: none"> - temperatura musi być dokładnie sprawdzana wg technologii określonej dla każdego rodzaju kleju oddzielnie, gdyż klej ten musi być stopiony i to przy minimalnej charakterystycznej dla niego temperaturze - przy obkurczeniu musi być osiągnięta określona temperatura, gdyż aby osiągnąć przyczepność do powierzchni rury nie tylko folia musi być obkurczona ale również klej termoaktywny musi osiągnąć określoną temperaturę.
4. Klej	
<ul style="list-style-type: none"> - nigdy nie będzie twardy lecz zawsze elastyczny, półpłynny 	<ul style="list-style-type: none"> - jest płynny w trakcie procesu obkurczania - podgrzania, a po jego zakończeniu - ochłodzeniu traci swoją płynność pozostając trwale twardy
5. Ogrzewanie powłoki przy montażu	
<ul style="list-style-type: none"> - wymagane jest tylko do obkurczenia folii 	<ul style="list-style-type: none"> - wymagane jest nie tylko do obkurczenia folii, ale również do roztopienia kleju aby mógł w płynnej postaci pokryć powierzchnię całej rury i przylegającej izolacji fabrycznej
6. Pęcherze powietrza po nałożeniu izolacji termokurczliwej	
<ul style="list-style-type: none"> - samoczynnie zanikają poczym nie występują 	<ul style="list-style-type: none"> - występują, wymagają likwidacji przez wypychanie rolkami w trakcie procesu termicznego montażu przy czym nie występuje ich pełna likwidacja - pozostają
7. Samoregeneracja drobnych uszkodzeń i nieciągłości (do 1 cm²) na izolacji termokurczliwej	
<ul style="list-style-type: none"> - następuje całkowite zasklepienie, eliminacja drobnych uszkodzeń 	<ul style="list-style-type: none"> - nie następuje
8. Przyczepność izolacji termokurczliwej do rury, połączenia spawanego i izolacji fabrycznej	
<ul style="list-style-type: none"> - w miarę upływu czasu rośnie 	<ul style="list-style-type: none"> - w miarę upływu czasu nie wzrasta
9. Dodatkowe zalety techniczno-ekonomiczne	
<ul style="list-style-type: none"> - duża oszczędność na zużyciu gazu do ogrzewania rury występująca szczególnie przy rurach o dużych średnicach i grubościach ścianek oraz w okresie jesienno-wiosenno-zimowym - znaczna oszczędność na szybkości montażu - prostota montażu praktycznie wykluczająca popełnienie błędów przez monter-izolera - pierwsza izolacja termokurczliwa, którą można stosować do wykonywania remontów-naprawy izolacji na czynnych 	

gazociągach mimo występowania silnego chłodzenia i wilgoci	
--	--

CEOCOR (Europejski Komitet d/s Studiów na Korozję i Ochroną Antykorozyjną Rurociągów) do niedawna sceptycznie podchodził do izolacji połączeń spawanych powłokami termokurczliwymi w obawie przed znanym prawdopodobieństwem występowania pustych przestrzeni (pęcherzy) podpowłokowych i dlatego na terenie Niemiec, Francji, Włoch, Holandii zdecydowana większość połączeń spawanych była izolowana za pomocą taśmowych, nawojowych powłok izolacyjnych.

Po pojawieniu się na rynku powłok termokurczliwych nowej generacji nastąpił przełom. CEOCOR zmienił zdanie i dlatego od około 2 lat rurociągi budowane w obszarze środkowej Europy mają zdecydowanie częściej izolowane połączenia spawane powłokami termokurczliwymi nowej generacji w szczególności dotyczy to rurociągów budowanych przez NATO, a także rozpoczętej budowy gazociągu DN 1400 Rosja-Niemcy po dnie Bałtyku.