

# Systemy rurociągów z wykładzinami chemooodpornymi w instalacjach przemysłowych

Realizacja projektów budowy instalacji dla mediów chemicznych, w tym szczególnie agresywnych występujących najczęściej w instalacjach przemysłowych, stawia przed projektantami oraz producentami rurociągów i armatury liczne wyzwania. Aby spełnić indywidualne potrzeby użytkownika, niezbędna jest wnikliwa analiza wielkości i geometrii rurociągów, optymalny wybór materiałów i technologii produkcji.

Michał Urbański  
Corol Sp. z o.o.

W nowoczesnych instalacjach przemysłowych coraz częściej stosowane są rurociągi i armatura wykładane wysokiej jakości tworzywami sztucznymi, a szczególnie teflonem. Użytkownicy instalacji stawiają producentom tych wyrobów duże wymagania. Obok parametrów technicznych ważna jest ocena ekonomiczna projektu - rosnący nacisk na obniżanie kosztów i skrócenie czasu budowy instalacji. Aby sprostać wszystkim oczekiwaniom, producenci wyposażenia zmuszeni są do zwiększenia elastyczności w zakresie produkcji i organizacji dystrybucji swoich wyrobów. Pełne wykorzystanie nowoczesnych technologii i potencjału producentów wymaga ponadto ścisłej współpracy z projektantami instalacji.

Poniżej przedstawione zostały zagadnienia, które w przypadku zastosowania wykładzin chemooodpornych decydują o osiągnięciu zamierzonych celów i sprawnej realizacji projektów.

## Projektowanie instalacji

Przystępując do projektowania instalacji należy zdefiniować warunki wyjściowe: określić przedmiot projektu – budowa nowego lub modernizacja istniejącego rurociągu, rodzaj i parametry medium oraz warunki pracy instalacji.

Posiadając odpowiednią wiedzę, projektant - najkorzystniej w porozumieniu z producentem wyposażenia i wykonawcą instalacji - określa:

- wymagania techniczne dla poszczególnych elementów instalacji,
- dobór materiałów, z których należy wykonać rurociągi i armaturę,
- sposób realizacji instalacji.

Wybór surowca do produkcji wykładzin chemooodpornych dla mediów agresywnych wymaga wiedzy o własnościach tworzyw. W przypadku teflonu istotne jest ponadto dla jakich elementów instalacji będzie zastosowany: rury, kształtki, zbiorniki itp. Stosownie do indywidualnych zastosowań, dobiera się również odpowiednią technologię produkcji wykładzin.

Do formowania wykładzin najczęściej stosowane są następujące materiały i technologie:

- produkcja rur z wykładzinami z PTFE (Polytetrafluoretylen) metodą „wyciskania pasty” lub ”prasowania izostatycznego”, - sieciowanie tworzywa odbywa się podczas obróbki termicznej,



Rys. 1. Produkcja stalowych rur osłonowych

- wytwarzanie kształtek z wykładzinami z PFA (Perfluoralkoxy) metodą wtryskową z wykorzystaniem kształtek stalowych w charakterze patrycy lub produkcja wyprasek w formach na wtryskarkach oraz ich zabudowa w osłonach stalowych,
- tworzenie pokryć kolumn, zbiorników i elementów wielkogabarytowych z folii TFM (Hostafilon) przystosowanej do spawania,
- wykonywanie osłon dla elementów o skomplikowanej geometrii z ETFE (Etylen/Tetrafluoretylen) metodą odlewniczą.

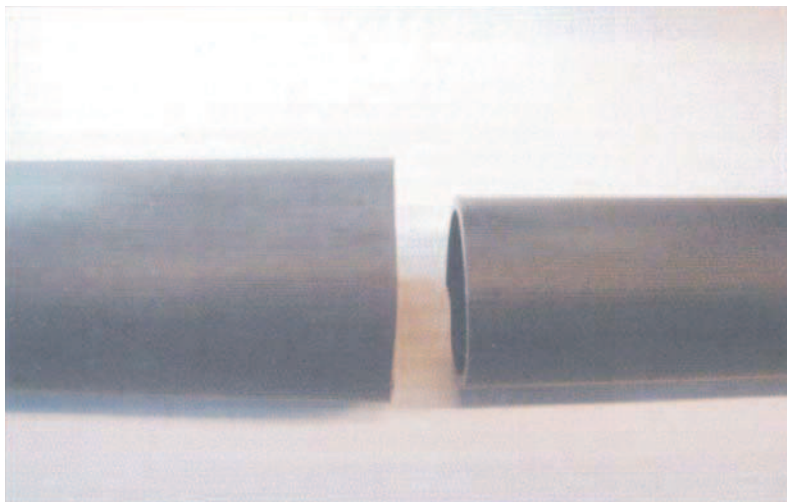
Poszczególne surowce w zależności od potrzeb mogą być modyfikowane bądź poddawane dodatkowym zabiegom technologicznym. Przykładowo dla mediów zagrożonych wy-



Rys.2 Prasowanie sproszkowanego PTFE w cylindrach

buchem należy stosować plastomery nasycane substancjami, które umożliwiają odprowadzenie ładunków elektrostatycznych np.: PTFE-AS lub PFA-AS. Dla mediów o dużej zawartości twardych cząstek zaleca się stosowanie tworzyw o podwyższonej wytrzymałości mechanicznej, dobrej odporności na korozję i ścieranie: ETFE oraz UHMWPE (polietylen o ultra wysokiej masie cząsteczkowej). Należy jednak zwrócić uwagę, że wykładzina UHMWPE wymaga skomplikowanych metod produkcji i posiada ograniczony zakres odporności na wysokie temperatury.

Do produkcji rur i kształtek wykładanych teflonem można



Rys. 3 Wykładzina przed (po lewej) i po kalibracji (po prawej)

stosować wiele alternatywnych technologii, których efektem są podobne produkty. Konsekwencje odmiennych technologii są często odczuwalne dopiero podczas w eksploatacji instalacji. Stąd warto dokonać wyboru producenta pod kątem stosowanych metod wytwarzania.

### Technologie produkcji elementów rurociągów

Wśród technologii produkcji rur z wykładzinami PTFE przez wielu użytkowników preferowana jest metoda „wyciskania pasty”.

W tym procesie można wyodrębnić następujące fazy:

- Przygotowanie surowca  
Pierwotny teflon - PTFE w postaci proszku, po dodaniu środków smarnych i ewentualnie substancji umożliwiających odprowadzenie ładunków elektrostatycznych, zagęszczany jest w specjalnych cylindrach (Rys. 2).
- Formowanie rur PTFE metodą wyciskania na zimno  
Przy użyciu specjalnego oprzyrządowania z surowca sprasowanego w cylindrach na wylączarce wyciskana jest wypraska w formie rury (Rys.5). W kolejnych fazach przetwarzania są one suszone, a następnie spiekane w piecu, gdzie zachodzi termiczny proces sieciowania. Podczas wylączania następuje regularna fibrylacja cząstek, dzięki czemu poszczególne włókna ściśle do siebie przylegają. Zagęszczona struktura tworzywa powoduje, że przenikalność (dyfuzja) medium jest mniejsza niż w przypadku materiału prasowanego izostatycznie. Produkt finalny – rura PTFE – jest dzięki temu bardziej elastyczna, co z kolei oznacza mniejsze ryzyko powstawania pęknięć oraz pozwala uzyskać lepsze parametry mechaniczne.

Warto również zwrócić uwagę na technologie montażu wykładzin wewnątrz stalowych rur osłonowych. Stosowana dotychczas metoda mechanicznego wciągania wykładziny, przy zachowaniu pewnej nadwyżki wymiarowej w stosunku do wewnętrznej średnicy rury, w praktyce wykazuje poważne mankamenty. Podczas wciągania rury PTFE, pod wpływem działania sił osiowych na skutek tarcia wykładzina wydłuża się, a pozostałe w niej naprężenia szcztkowe stanowią ryzyko „wciągnięcia” wykładziny podczas eksploatacji.

Nowoczesna technika wprowadzania wykładziny do rury stalowej pozwala uniknąć tych problemów. Ponieważ wykładzinę produkuje się z dość dużą nadwyżką wymiarową w stosunku do wewnętrznej średnicy rury stalowej, należy ją najpierw poddać wstępnej kalibracji. W wyniku kalibracji następuje zmniejszenie średnicy wykładziny (Rys. 3), co umożliwia jej wprowadzenie do rury stalowej bez tarcia, z zachowaniem dokładności wymiarowej. Następnie w wyniku wygrzewania w piecu, dzięki efektowi „pamięci materiałowej” wykładzina rozpręża się, dążąc do uzyskania swojego pierwotnego kształtu i wymiarów. Na skutek celowego zróżnicowania średnic wykładziny „rozpiera się” wewnątrz stalowej rury, likwidując wszelkie luzy (Rys.4). Mocne osadzenie w rurze przeciwdziała deformacji w przypadku występowania w przewodach rurowych próżni. Wystające końce wykładziny PTFE wywijane są następnie obwodowo na kołnierzy rury osłonowej zgodnie z kryteriami określonymi w wytycznych TA-Luft. (Rys. 6). Również i w tym przypadku producent nie tylko musi dysponować odpowiednim wyposażeniem technicznym, lecz także know-how w zakresie technologii procesów przetwórczych.

W zakresie zabezpieczenia wyrobów wielkogabarytowych o średnicach 1000 mm i większych, m.in. wewnątrz kolumn i zbiorników, wykładziny wykonywane są z użyciem płyt ze zmodyfikowanego, zgrzewalnego PTFE o grubości do 6 mm. Płyty po przycięciu są zgrzewanie i ewentualnie klejone („folie laminowane”).

W przypadku kształtek oraz elementów o skomplikowanej geometrii, dla których zastosowanie wykładzin PTFE nie jest możliwe, stosuje się PFA. Stalowe elementy osłonowe pełnią w tym przypadku funkcje patrycy. W tym celu do obrabianego przedmiotu, w miejscach przekrojów które mają pozostać wolne, mocuje się odpowiednie trzpienie (rdzenie) narzędziowe, a otwory ulegają



zaślepieniu. Tak przygotowane części wygrzewa się w piecu. Następnie roztopiony granulata PFA za pomocą wylączarki ślimakowej wtłaczany jest do wolnych przestrzeni. Bardzo duże znaczenie dla jakości wyrobów ma tutaj zdefiniowany proces schładzania

Tworzywo PFA ma takie jak PTFE zakres zastosowań, odporność chemiczną i dopuszczalne warunki eksploatacji. Istnieją badania, które przypisują PFA większą odporność na dyfuzję w porównaniu z PTFE.

Przedstawiony zarys metod wytwarzania wykładzin pokazuje, że budowa lub modernizacja instalacji wymaga rozważnego wyboru producenta zaprojektowanych elementów. Nowoczesny zakład produkujący elementy rurociągów powinien dysponować wieloma technologiami, aby mieć możliwość zaoferowania optymalnego rozwiązania dla każdego zastosowania. Wiedza, doświadczenie oraz „właściwe” know-how posiadane przez producenta są w tych przypadkach nieocenione. Postępująca dywersyfikacja programu produkcji zmusza producenta do utrzymywania procesu wytwarzania (zakresu przetworzenia) na jak najwyższym poziomie. Pozwala to szybko i elastycznie reagować na najrozmaitsze wymagania: czy to w zakresie standardów DIN lub ANSI, czy też w odniesieniu do najrozmaitszych materiałów na wykładziny oraz metod produkcji. Stąd warto zwrócić uwagę czy wybrany producent wykorzystuje w produkcji aktualnie dostępne osiągnięcia techniki.

Aby w odpowiednio krótkim czasie reagować na aktualną sytuację klienta, trzeba mówić „jego językiem”, czyli dysponować odpowiednio ugruntowaną, specjalistyczną wiedzą branżową. Dotyczy to w szczególności kompetencji oferenta w zakresie rozwiązywania problemów. Dysponując odpowiednim zrozumieniem sytuacji i doświadczeniem w branży, można dzięki sprytnym pomysłom rozwiązać niejedną trudną sytuację.

Z punktu widzenia sprawności realizacji inwestycji ważne jest również, czy dostawca rurociągów posiada własny dział produkcji elementów stalowych (Rys.1). Niestandardowe wymagania pod względem wymiarów i kształtów, odbiegające od wyrobów znormalizowanych, wymagają szybkiego i indywidualnego podejścia.

## Sposób realizacji projektu

Ważnym krokiem w procesie wdrażania projektu budowy bądź modernizacji instalacji jest wybór sposobu jego realizacji. Typowe rurociągi przemysłowe mogą być budowane w „układzie rastrowym” lub przy wykorzystaniu metody izometrii.

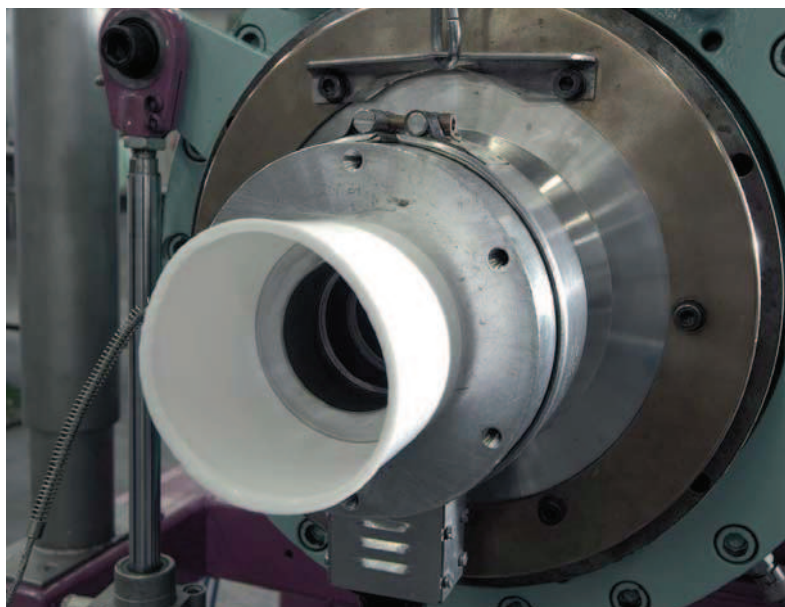
Instalacje projektowane w układzie rastrowym konstruowane są przede wszystkim z elementów znormalizowanych lub w przypadku rur z bezstopniowych odcinków o stałej długości. Projektanci wytyczają przebieg rurociągu bardzo często dopiero w wyniku inwentaryzacji na budowie. Dla zapewnienia płynności realizacji inwestycji konieczne jest utrzymywanie przez dostawcę odpowiednio dużych zapasów typowych, znormalizowanych elementów. Utrzymywanie zapasów magazynowych ma niewątpliwą wpływ na wzrost poziomu kosztów. Należy ponadto zaznaczyć, że opisany powyżej system wymusza stosowania dużej liczby złączy kołnierzowych, co nie tylko dodatkowo zwiększa koszty projektu, lecz nie jest także mile widziane z technicznego punktu widzenia. Połączenia kołnierzowe stanowią bowiem potencjalne źródło wycieków.

Projektowanie instalacji metodą izometrii pozwala wyeliminować wymienione powyżej mankamenty. Metoda izometrii



Rys. 4 Wykładzina PTFE osadzona w rurze stalowej

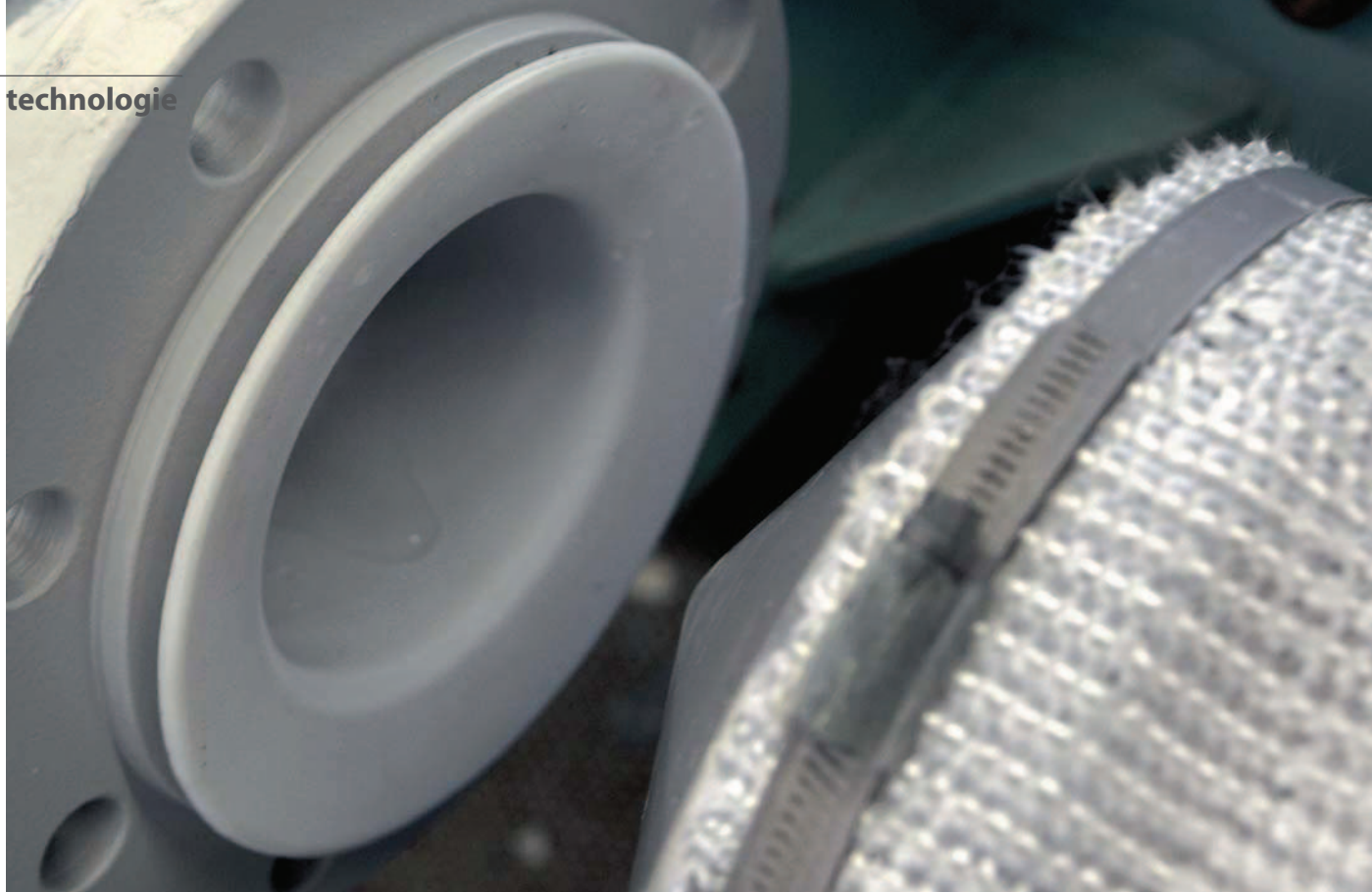
polega na trójwymiarowym zaprojektowaniu rurociągu określonej przestrzeni, przy uwzględnieniu wszystkich niezbędnych połączeń z istniejącym układem odniesienia. Następnie wyznaczony rurociąg dzielony jest na odcinki w taki sposób, aby powstało jak najmniej złączy kołnierzowych.



Rys. 5 Wyciskanie wykładziny PTFE na wylączarce

Ten tryb realizacji projektu wymaga rozpoczęcia prac projektowych z dużym wyprzedzeniem w stosunku do terminu rozpoczęcia budowy. Ważne jest ponadto, aby na etapie projektowania nastąpiło nawiązanie ścisłej współpracy z potencjalnym producentem elementów instalacji. Współpraca ta umożliwi weryfikację przebiegu instalacji pod kątem optymalnego podziału rurociągu na odcinki, przy wykorzystaniu wszystkich dostępnych metod produkcji. Większy nakład czasu przeznaczony na prace przygotowawcze rekompensowany jest w efekcie obniżeniem kosztów budowy. Wczesny kontakt z producentem ułatwia ponadto wycenę kosztów dostawy często nietypowych elementów.

Realizacja inwestycji wg opisanych metod wymaga, aby producent rurociągów w bardzo krótkim czasie dysponował możliwością produkcji końcowych odcinków rur zamykających



Rys. 6 Wywijanie kołnierzy z PTFE na wyoblarcie

instalację, których wymiary można ustalić dopiero podczas montażu końcowego (pasowanych na placu budowy).

Na podstawie przedstawionych opisów wyraźnie widać rolę jaką pełni producent elementów rurociągów w całym procesie inwestycyjnym. Stąd podejmując decyzję o budowie instalacji należy możliwie wcześniej dokonać wyboru dostawcy orurowania i podjąć z nim ścisłą współpracę.

### Badania elementów konstrukcyjnych

Aby spełnić wysokie wymagania jakościowe stawiane przez rynek, konieczne jest poddanie każdego pojedynczego elementu konstrukcyjnego kompleksowym testom i kontrolom jakości. Kontrole te rozpoczynają się już na etapie oceny surowców, a następnie półwyrobów: określa się parametry mechaniczne, gęstość wykładzin oraz kontroluje obecność jam skurczowych.

Po umieszczeniu wykładziny w stalowej rurze osłonowej każdy element konstrukcyjny poddawany jest próbie ciśnieniowej.

W przypadku wykładzin „naturalnych” wykonywane jest badanie na przebicie wysokim napięciem ok. 25 kV, w przypadku wykładzin przewodzących przeprowadza się badanie zdolności do odprowadzania ładunków elektrycznych.

### Certyfikaty producenta

Zaufanie użytkowników względem producentów zwiększają rozmaite certyfikaty. Certyfikat wg DIN, ISO podobnie jak znak „CE” jest dziś już standardem. Bardzo ważna jest certyfikacja zgodnie z wymaganiami dyrektywy w sprawie urządzeń ciśnieniowych, ponieważ podczas eksploatacji instalacji mogą wystąpić często bardzo wysokie ciśnienia. W celu potwierdzenia szczelności połączeń kołnierzowych obowiązującej odbiór wg „TA Luft”.

Dla klienta końcowego pozostaje jednakże jeszcze jedna istotna kwestia: identyfikowalność każdego pojedynczego elementu konstrukcyjnego. W tym kontekście ważne jest, aby istniała

możliwość udostępnienia wymaganych świadectw materiałowych dla elementów konstrukcyjnych oraz odpowiednie oznakowanie tych elementów np. oznakowanie kołnierzy, itp. Nowoczesny producent przewodów rurowych musi w tym zakresie przejąć pewne obowiązki, jakich oczekuje się od usługodawców. Powinnością producenta jest ułatwienie klientowi wyszukanie określonych informacji dot. kontroli jakości, jak również zminimalizowanie nakładów administracyjnych związanych z dokumentacją. Istnieją obecnie możliwości dostępu do informacji w sposób transparentny w trybie online. Każdy klient za pomocą chronionego hasła może korzystać z informacji przypisanych tylko do jego zlecenia. W ten sposób zainteresowane służby użytkownika mogą w dowolnym czasie korzystać z interesujących ich danych.

### Warto zapamiętać

Na wstępie postawiono pytanie, jakie wymagania powinien spełnić nowoczesny producent rurociągów, by kontynuować z powodzeniem swoją działalność. Pytanie to można sformułować także w inny sposób: według jakich kryteriów użytkownicy będą oceniać przydatność danego dostawcy?

Poniżej krótkie zestawienie kryteriów dla podjęcia decyzji:

- własna produkcja elementów stalowych,
- możliwości produkcyjne w zakresie wszystkich istotnych technik wykonywania wykładzin,
- know-how w zakresie technologii procesów przetwórczych,
- wyposażenie umożliwiające przetwarzanie najważniejszych tworzyw sztucznych,
- wyposażenie do badania elementów konstrukcyjnych,
- certyfikaty producenta

Poza tymi „obiektywnymi” kryteriami decydujące znaczenie ma także pytanie, czy dostawca jest gotowy i jak szybko może dostosować się do życzeń klienta lub zmieniających się warunków. I w tym przypadku znowu dochodzimy do „chemii”, która po prostu musi być. ■