Spis zawartości

1 Przedmiot specyfikacji 3
2 Zakres obowiązywania 3
2.1 Odstępstwa 3
3 Postanowienia ogólne 3
3.1 Zakres 3
3.2 Hierarchia ważności 4
4 Kryteria projektowe 4
4.1 Wymagania ogólne 4
4.2 Warunki projektowe 5
4.3 Naprężenia 5
4.4 Ciśnienie obliczeniowe i temperatura obliczeniowa 5
4.5 Naddatek na korozję 6
4.6 Obciążenia 6
4.7 Płaszcze, dna i pokrywy 6
4.8 Kompensatory 7
4.9 Wzmocnienie otworów 8
4.10 Wzmocnienie z powodu obciążeń króćców 8
4.11 Króćce 8
4.12 Króćce odpowietrzające i odwadniające 9
4.13 Kołnierze i uszczelki 9
4.14 Projektowanie wkładu rurowego 10
Nie dopuszcza się stosowania blach perforowanych 14
4.15 Podpory i zewnętrzne zamocowania 14
5 Wymagania projektowe 15
5.1 Materiały 15

5.2 Śruby i uszczelki 17
5.3 Wykonanie i wykonawstwo 18
5.4 Spawanie 18
5.5 Obróbka cieplna 19
5.6 Tolerancje 20
6 Kontrola i próby 20
6.1 Próby 20
6.2 Pierścienie do prób ciśnieniowych 21
6.3 Kontrola 21
6.4 Wymagane dokumenty w czasie kontroli 22
6.5 Odrzucenie 23
7 Tabliczki fabryczne 23
8 Malowanie, znakowanie, pakowanie 23
8.1 Malowanie 23
8.2 Znakowanie 24
8.3 Pakowanie 24
9 Kwalifikacje Wytwórcy 24
10 Gwarancje 25
11 Dokumenty związane 25
12 Przepisy i Normy 25
13 Karta zmian 27

1 Przedmiot specyfikacji

Niniejsza specyfikacja zastosowana w połączeniu ze standardowymi specyfikacjami technicznymi Grupy LOTOS S.A. ustala minimalne wymagania odnośnie projektowania, wykonania, montażu, kontroli i prób wymienników płaszczowo-rurowych eksploatowanych w instalacjach Grupy LOTOS S.A.

2 Zakres obowiązywania

Specyfikacja ta ma zastosowanie przy sporządzaniu zapytań ofertowych i kontraktów dla nowo planowanych przedsięwzięć inwestycyjnych i modernizacyjnych Grupy LOTOS S.A.

Stanowi ona również podstawę do opracowania szczegółowych specyfikacji i zapytań ofertowych dla dostaw indywidualnych i pakietowych.

2.1 Odstępstwa

Wszelkie odstępstwa od niniejszej specyfikacji oraz specyfikacji, norm i dokumentów związanych łącznie z propozycjami, które wg oferenta urządzeń lub prac pokazują bardziej ekonomiczne i/lub lepsze technicznie rozwiązania muszą być przedstawione na piśmie do sprawdzenia i zatwierdzenia przez Grupę LOTOS S.A. Niedopuszczalne są żadne odstępstwa niezatwierdzone na piśmie przez Grupę LOTOS S.A.

Oferent winien zgłosić w formie pisemnej każdą niejasność w tej lub innej specyfikacji Grupy LOTOS S.A. lub niezgodność z przywołanymi dokumentami/normami i uzyskać pisemne wyjaśnienie Grupy Lotos S. A.

3 Postanowienia ogólne

3.1 Zakres

Niniejsza specyfikacja zastosowana łącznie z dokumentami zamówienia, arkuszami danych, i/lub rysunkami ustala minimalne wymagania odnośnie projektu mechanicznego, wykonania, kontroli i prób wymienników ciepła płaszczowo-rurowych, dwururowych typu rura w rurze i wymienników typu „hairpin”.

W niniejszej specyfikacji będzie używany jedynie termin „wymiennik(-i) ciepła”, co obejmuje skraplacze, chłodnice, reboilery, wymienniki dwururowe i typu „hairpin”.

Niniejsza specyfikacja jest oparta na przepisach ASME dotyczącymi kotłów i aparatów ciśnieniowych oraz na związanych normach i specyfikacjach. Wymagania niniejszej specyfikacji, niezależnie od przepisów wytwarzania, mają zastosowanie do wszystkich wymienników ciepła.

Wymienniki mają być projektowane, wytwarzane i dostarczone zgodnie z Europejską Dyrektywą Ciśnieniową (97/23/WE) i oznakowane znakiem ”CE”.

3.2 Hierarchia ważności

W przypadku wystąpienia rozbieżności pomiędzy wymaganiami poszczególnych dokumentów należy zachować następującą hierarchię ważności:

- Aktualne polskie przepisy prawne
- Zapisy kontraktu i inne pisemnie uzgodnione wymagania Grupy LOTOS S.A.
- Arkusze danych zatwierdzone przez Grupę LOTOS S.A.
- Niniejsza specyfikacja
- Inne specyfikacje
- Rysunki i inne dokumenty
- Normy

4 Kryteria projektowe

4.1 Wymagania ogólne

Projekt, budowa i kontrola wymienników ciepła powinny – co najmniej – spełniać wymagania normy TEMA klasy R (dla mediów technologicznych), klasy C (dla mediów pomocniczych - bezpieczne, niepalne) oraz ASME sekcja VIII, dział 1, lub dział 2, zależnie od przeznaczenia oraz jak zaznaczono w rysunkach /arkuszach danych i przywołanych specyfikacjach.

Grubość części składowych wstępnie zwymiarowaną przez Grupę LOTOS S.A. i podaną na rysunku /arkuszu danych należy uważać za wartość minimalną obejmującą naddatek na korozję. W przypadku gdyby z obliczeń Wytwórcy wynikała większa grubość, należy niezwłocznie poinformować Grupę LOTOS S.A..

Zalecane są poziome wymienniki ciepła z głowicą pływającą i kwadratową (45° lub 90°) podziałką rurek pozwalającą na mechaniczne czyszczenia przestrzeni między rurkami.

W przypadku chłodnic wodnych i skraplaczy, woda chłodząca powinna przepływać przez rurki. Konstrukcja chłodnicy wodnej powinna pozwalać na czyszczenie rurek bez demontażu rurociągów wodnych (komora typu A według klasyfikacji TEMA).

Powierzchnię wymiany ciepła pokazaną na rysunku i tabliczce fabrycznej, definiujemy jako zewnętrzną powierzchnię rurek o długości pomiędzy wewnętrznymi powierzchniami ścian sitowych. Dla wymiennika U-rurowego powierzchnię tą określamy, jako zewnętrzną powierzchnię rurek o długości od wewnętrznej powierzchni ściany sitowej do końca prostego odcinka rur.

Usytuowanie wymienników na instalacji musi zapewniać możliwość stosowania ekstraktora w celu wyciągania wkładu rurowego. Należy zachować wolną przestrzeń o wysokości 0,5 m poniżej dolnej krawędzi kołnierza połączenia głównego wymiennika.

4.2 Warunki projektowe

Wytwórca jest odpowiedzialny za projekt wymiennika ciepła przedstawionego w specyfikacjach wymiennika ciepła, rysunkach i/lub arkuszach danych Grupy LOTOS S.A..

W szczególnych przypadkach Wytwórca będzie też odpowiedzialny za projekt technologiczny zgodnie z arkuszami danych Grupy LOTOS S.A..

Jeżeli projekt technologiczny jest wykonywany przez Wytwórcę, to spadek ciśnienia i współczynnik narastania osadów należy tak dobrać, żeby zagwarantować co najmniej trzyletnią ciągłą eksploatację.

W przypadku wymienników ciepła z przyspawanymi dnami sitowymi należy wykonać obliczenia związane z kompensacją wydłużeń cieplnych pomiędzy płaszczem, a rurkami wymiennika. W przypadku, gdy przeprowadzone obliczenia wykażą, iż nie istnieje możliwość kompensacji naturalnej, należy zastosować elementy kompensujące (złącza kompensujące - kompensatory) w celu kompensacji różnej rozszerzalności termicznej płaszcza i rurek wymiennika. W przypadku, gdyby odpowiednie przepisy techniczne nie zawierały żadnych wymagań w tym zakresie, Wytwórca musi zapewnić dodatkowe obliczenia wytrzymałościowe zgodnie z TEMA klasa R dla wymienników ciepła z przyspawanymi dnami sitowymi o średnicy zewnętrznej do 1500 mm włącznie. Przy średnicach zewnętrznych przekraczających 1500 mm należy uzgodnić z Grupą LOTOS S.A. dodatkowe obliczenia.

Przy wymiarowaniu podpór (punktów kotwienia) dla wymienników ciepła z wyjmowanymi wkładami rurowymi, projekt musi uwzględniać poziome siły wynikające z ciągnięcia wkładu rurowego, przez przyjęcie 1,5 x ciężaru wkładu. To postanowienie należy stosować szczególnie do wymienników ciepła montowanych w baterię.

W przypadku den sitowych z wystającymi krawędziami kołnierzy, wystająca krawędź powinna mieć grubość 60 % grubości blachy przeciwkołnierza.

Płaskie pokrywy komór w których występują przegrody, mają być projektowane tak, żeby maksymalne ugięcie nie było większe niż :

- 0,762 mm dla Dn do 600 mm (Dn = średnica nominalna komory)
- 0,125% Dn dla Dn powyżej 600 mm

zgodnie z wytycznymi TEMA Sekcja 5 pkt. RCB.9.21

4.3 Naprężenia

Podstawowymi dopuszczalnymi naprężeniami dla części ciśnieniowych są wartości określone w odpowiednich przepisach technicznych.

Podstawowymi dopuszczalnymi naprężeniami dla części nieciśnieniowych, z wyjątkami podanymi poniżej, są najniższe z następujących wartości 33-1/3 procent wytrzymałości na rozciąganie, 66-2/3 procent umownej granicy plastyczności, lub wartość dająca szybkość pełzania wynoszącą 1 procent na 10.000 godzin.

4.4 Ciśnienie obliczeniowe i temperatura obliczeniowa

Wymienniki ciepła należy zaprojektować na ciśnienie obliczeniowe i temperaturę obliczeniową określone w rysunkach /arkuszach danych wymiennika ciepła.

Jeżeli podano kilka kombinacji ciśnienia-temperatury, to należy je wszystkie wziąć pod uwagę.

W przypadku zewnętrznych połączeń skręcanych i części wystawionych na działanie płynów po stronie płaszcza jak i po stronie rurowej, za temperaturę obliczeniową należy przyjąć tę, która jest bardziej wymagająca. Płaszcze, rurki, dna pływające i dna sitowe powinny być projektowane na pełne ciśnienie obliczeniowe z każdej strony, przy ciśnieniu atmosferycznym lub przy określonym podciśnieniu z drugiej strony.

Przestrzenie ciśnieniowe (strona płaszcza i strona rurek) należy projektować oddzielnie dla odpowiedniego maksymalnego dopuszczalnego ciśnienia obliczeniowego. W obu przypadkach do obliczenia elementów łączących pomiędzy dwiema przestrzeniami ciśnieniowymi należy zastosować wyższą maksymalną dopuszczalną temperaturę obliczeniową.

4.5 Naddatek na korozję

Naddatek na korozję powinien być zgodny z TEMA; klasa wymiennika (R, C lub B) będzie podany na rysunku /arkuszu danych wymiennika ciepła lub w części technicznej zamówienia.

Rurki we wkładach rurowych nie mają naddatku na korozję, chyba że zostało to wyraźnie określone.

Wewnętrzne pokrywy powinny mieć naddatek na korozję z dwóch stron; to samo odnosi się do den sitowych.

W przypadku den sitowych i płaskich pokryw z rowkami, rowek można uznać za naddatek na korozję do całej głębokości.

Dla powierzchni przylgowych połączeń głównych wymiennika należy przewidzieć naddatek min. 2 mm na ich ew. regenerację podczas remontów.

Nie dodaje się żadnego naddatku na korozję do uszczelniających powierzchni przylgowych kołnierzy.

Łącznik pierścienia dzielonego nie ma naddatku na korozję.

Ściągi, rury dystansowe, przegrody poprzeczne, przegrody wsporcze, przegrody komór i podobne części nie mają naddatku na korozję, chyba że podano wyraźnie inaczej.

Jeżeli wyspecyfikowano blachę platerowaną lub okładzinę napawaną, to grubości plateru lub napoiny nie należy brać pod uwagę w obliczeniach wytrzymałościowych, chyba że zaznaczono inaczej na rysunkach / arkuszach danych wymiennika ciepła.

Określona grubość napoiny winna mieć wymagany skład chemiczny.

Powierzchnie napawane należy zbadać ciekłym penetrantem w 100 %.

4.6 Obciążenia

Jeżeli jest takie wymaganie w zamówieniu technicznym, obciążenia od wiatru powinny być uwzględnione w projekcie zgodnie z odpowiednimi przepisami uzgodnionymi z Grupą LOTOS S.A. Zawsze należy brać pod uwagę obciążenia technologiczne.

4.7 Płaszcze, dna i pokrywy

Płaszcze i dna powinny mieć tę samą średnicę wewnętrzną. Możliwe jest stopniowanie średnic co 50 mm.

Minimalna nominalna grubość płaszczy, den i den sitowych powinna być zgodna z standardem TEMA.

Wszystkie spoiny powinny być zlokalizowane z zachowaniem odstępu od podpór, wsporników, itp.

Spoiny wzdłużne i obwodowe w płaszczach cylindrycznych i stożkowych oraz w dnach powinny być zlokalizowane z zachowaniem odstępu od otworów i ich wzmocnień wynoszącego co najmniej 3 x grubość ścianki, ale nie mniej niż 50 mm.

Kiedy w specjalnych przypadkach spoiny są przykrywane nakładkami wzmacniającymi, spoina powinna być zeszlifowana na równo z blachą i zbadana (100% RT lub równorzędne) przed zamocowaniem nakładki. Wyrównanie spoin / blach płaszcza powinno być wystarczająco dokładne, żeby umożliwić prawidłowe spasowanie nakładki wzmacniającej z płaszczem.

Elementy dodatkowe (np. wsporniki izolacji) mocowane powinny być lokalizowane z zachowaniem odstępu od spoin, równego jednej grubości blachy.

Dna wypukłe powinny mieć budowę bez szwu. Dopuszczalne są dna wypukłe z jedną spoiną po cięciwie i zbadane radiograficznie w 100 %.

Należy stosować dna elipsoidalne o stosunku 2:1 osi wielkiej do osi małej i dna półkuliste.

Płaszcze wymienników typu rura w rurze powinny mieć budowę jednoczęściową wszędzie, gdzie to możliwe do zastosowania w praktyce i powinny być wykonane z rury. Części składowe z rur ze stali węglowej powinny być bez szwu.

Wszystkie wymienniki ciepła z głowicą pływającą mają mieć płaskie pokrywy po stronie komory, chyba że podano inaczej na rysunkach założeniowych /w arkuszach danych Grupy LOTOS S.A.. Wyjątki muszą być uzgodnione z Grupą LOTOS S.A..

4.8 Kompensatory

Kiedy kompensatory są wymagane lub wyspecyfikowane, obliczenia należy wykonać dla temperatur metalu wynikających z warunków eksploatacyjnych.

Dane dotyczące kompensatorów są podane na rysunkach założeniowych lub w arkuszach danych. Element kompensatora spawany do płaszcza musi być tej samej grubości i z tego samego materiału co przyległy płaszcz urządzenia. Połączenie mieszka kompensatora do spawanej końcówki musi być wykonane bez szczeliny.

Kompensatory powinny być projektowane przy założeniu 1500 cykli obciążeniowych, chyba, że na rysunku założeniowym i/lub arkuszu danych podano inaczej. O liczbie fałdów kompensatora decyduje Wytwórca.

Kiedy zachodzi konieczność zlokalizowania kompensatora w obszarze z przegrodami wiązki rurek, kompensator powinien mieć wewnętrzną tuleję, żeby nie następowało obejście (bajpasowanie). Wewnętrzna średnica tulei powinna być taka sama jak wewnętrzna średnica płaszcza.

Na poziomych wymiennikach ciepła z kompensatorem, jego lokalizacja powinna być blisko podparcia ślizgowego umożliwiającego przemieszczenie.

Powinna być możliwość odpowietrzania i odwadniania kompensatorów w położeniu roboczym.

Mieszki kompensatorów muszą być wykonane z materiału austenitycznego, jeżeli nie podano innych informacji na rysunku założeniowym lub w arkuszu danych.

Wszystkie wymienniki ciepła z kompensatorami w płaszczu powinny być wyposażone w usztywnienie na czas transportu.

4.9 Wzmocnienie otworów

Wzmocnienie otworów w płaszczu i dnach powinno być projektowane zgodnie z odpowiednimi przepisami technicznymi dla ciśnienia obliczeniowego i temperatury obliczeniowej. Każda nakładka wzmacniająca lub wycinek wzmocnienia powinien mieć gwintowany otwór odpowietrzający o średnicy ¼ cala z gwintem NPT.

W przypadku kiedy zachodzi którykolwiek z następujących warunków, należy stosować króćce samowzmacniające się:

- wymagania technologiczne stwierdzają, że praca jest cykliczna lub eksploatacja wiąże się z gwałtownymi nieustalonymi stanami cieplnymi
- grubość płaszcza aparatu przekracza 50 mm
- temperatura obliczeniowa aparatu jest wyższa od 400 °C

4.10 Wzmocnienie z powodu obciążeń króćców

Przy projektowaniu wzmocnień króćców należy uwzględnić obciążenia zewnętrzne (siły i momenty) działające na króćce, określone w zamówieniu technicznym lub rysunku.

Weryfikacja króćców pod dodatkowymi obciążeniami

Wytwórca powinien wykonać następujące obliczenia, żeby sprawdzić czy konstrukcja jest odpowiednia do dodatkowych sił i momentów na króćcach:

Naprężenia spowodowane zewnętrznymi siłami i momentami

- British Standards Institution, Published Document (BSI PD) 5500 załącznik G

lub

- Welding Research Council Bulletin;

:537 + Errata (WRCB 537) Miejscowe naprężenia w kulistych i cylindrycznych powłokach spowodowane obciążeniami zewnętrznymi

Naprężenia spowodowane wewnętrznym ciśnieniem: BSI PD 5500, Załącznik G, G.2.3.6.2*)

*) Ciśnieniem wewnętrznym jest ciśnienie obliczeniowe w temperaturze obliczeniowej.

Całkowite łączne naprężenie będące wynikiem działania A i B powyżej powinno być obliczane zgodnie z BSI PD 5500, załącznik G, we wszystkich ośmiu badanych punktach, zwracając uwagę na kierunki i znaki przed wyprowadzeniem całkowitej intensywności naprężeń w każdym punkcie.

Wszystkie króćce z nakładkami wzmacniającymi powinny być obliczane dla naprężeń powstających na obwodzie nakładki wzmacniającej i na króćcu jak opisano w PD 5500, załącznik G.

4.11 Króćce

Wszystkie króćce i połączenia należy wyrównać z powierzchnią wewnętrzną płaszcza, za wyjątkiem przypadków, kiedy w arkuszu danych i/lub rysunku wymiennika ciepła wyspecyfikowano króćce "wpuszczane" do wnętrza płaszcza (projekcja wewnętrzna).

Minimalna grubość ścianki króćca zawierająca do 3 mm (1/8”) naddatku na korozję, powinna wynosić Sch.XS dla stali węglowej. Dla stali nierdzewnej minimalna grubość ścianki wynosi Sch. 40S.

Jeżeli nie określono inaczej na rysunkach lub / i arkuszach danych, kołnierze dla wszystkich zewnętrznych króćców o średnicach nominalnych równych 24 cale i mniejszych mają być zgodne z ASME B16.5 pod względem klasy i rodzaju powierzchni przylgowej, a dla średnic nominalnych od 26 do 60 cali mają być zgodne z ASME B16.47 seria A i sprawdzone dodatkowo według ASME Sekcja VIII, Div.1 Załączniki 2 oraz S.

Przylgi kołnierzy mają spełniać wymogi ASME B16.5, chyba że określono inaczej. Kiedy wyspecyfikowano przylgę podniesioną (RF), chropowatość powierzchni stykowej uszczelki ma być w zakresie od 1,6 do 3,2 μm R_a według ISO 4287 (63 do 125 μin. AARH), chyba że określono inaczej.

Króćce powinny być wykonywane z rury bez szwu. Króćce mogą być wykonane z blachy kiedy króciec ma wielkość DN 16" lub większą w przypadku stali węglowej i DN 8" i powyżej w przypadku innych materiałów.

Otwory w kołnierzach króćców oraz połączeniach głównych wymienników ciepła mają omijać osie główne wymiennika ciepła.

Wszystkie połączenia gwintowane powinny być zgodne z ASME B1.20.1.

4.12 Króćce odpowietrzające i odwadniające

Króćce odpowietrzające i odwadniające powinny być zlokalizowane we wszystkich wymiennikach ciepła w miejscach, gdzie będą działały najlepiej w położeniu roboczym. Należy zapewnić odpowiednią liczbę takich króćców, tam gdzie są przestrzenie oddzielone od siebie przegrodami.

Króćce wlotowe i wylotowe po stronie płaszcza i rurek powinny być zaopatrzone w boczne króćce $1^1/_2$" WN klasa 600 z zaślepkami kołnierzowymi do prób ciśnieniowych.

Wymienniki ciepła z wkładem rurowym w położeniu pionowym powinny być odpowietrzane i odwadniane po stronie płaszcza.

Wymienniki ciepła z głowicą pływającą mają mieć króciec odpowietrzający i odwadniający w osłonie głowicy pływającej.

4.13 Kołnierze i uszczelki

Kołnierze dla połączeń głównych powinny być wykonane z odkuwki, szyjkowe. Kołnierze nasuwane lub innego typu kute spawane kołnierze mogą być stosowane tylko po uzyskaniu pisemnej zgody od Grupy LOTOS S.A.

Wszystkie połączenia kołnierzowe, główne powinny mieć konstrukcję skręcaną śrubami z gwintem na całej długości.

Należy stosować kołnierze szyjkowe kute (typu WN), lub kołnierze z długą szyjką (typu LWN).

Kołnierzy nasuwanych (typu Slip-on) nie należy stosować do pracy ciśnieniowej w klasie 300 i wyższej oraz dla temperatur obliczeniowych wyższych niż 250 °C, a także do pracy z wodorem, siarkowodorem, kwaśną wodą lub pracy cyklicznej oraz tam, gdzie naddatek na korozję przekracza 3 mm.

Kołnierze płaskie nasuwane (Lap joint), kołnierze montowane przez wcisk (studding type connections) czy gwintowane (threaded) są dozwolone tylko jeżeli je wyspecyfikowano w założeniach lub w przypadku uzyskania specjalnej, pisemnej zgody Grupy LOTOS S.A..

Wszystkie powierzchnie przylgowe powinny być właściwie zabezpieczone przed uszkodzeniem w czasie wykonywania, składowania i/lub obróbki cieplnej.

Dla kołnierzy pod uszczelkę pierścieniową (typu ring joint) powinny być stosowane uszczelki typu owalnego.

Kołnierze mają mieć ten sam otwór wewnętrzny co rura króćca.

Wszystkie uszczelki muszą być jednoczęściowe.

Minimalne wymiary uszczelek połączeń głównych są następujące:

Wielkość nominalna wymiennika ciepła	Szerokość uszczelki (mm)	Szerokość poprzeczki dla komory i głowicy pływającej (mm)
≤ 550	10	10
600 – 900	13	10
950 – 1150	16	10
≥ 1200	19	10

Jeżeli rzeczywisty nacisk działający na uszczelkę jest większy niż dopuszczalny, to należy zmienić szerokość uszczelki.

4.14 Projektowanie wkładu rurowego

4.14.1 Uwagi ogólne

Wymienniki ciepła płaszczowo-rurowe pracujące z substancją zanieczyszczającą po stronie płaszcza muszą mieć wyjmowany wkład.

Maksymalna średnica wkładu rurowego nie powinna przekraczać 1500 mm, a maksymalny ciężar – 15000 kg.

Wytwórca wymiennika ciepła wykona analizę drgań w związku z przepływem mediów przez wymiennik ciepła i zagwarantuje, że wykonany i dostarczony przez niego wyminnik ciepła będzie wolny od drgań („vibration free").

Wymienniki ciepła z wydłużonym płaszczem (np. typu Wyparka) muszą być zaopatrzone w podkładki dystansowe, prowadnice i płozy.

Wyjątki dla specjalnych wymienników ciepła są pokazane na rysunku założeniowym /rysunku dna sitowego.

4.14.2 Dna sitowe

Średnica zewnętrzna den sitowych wkładów rurowych musi być mniejsza od średnicy podziałowej śrub połączenia głównego pomniejszonej o średnicę otworu na śrubę.

Średnica zewnętrzna dna sitowego od strony głowicy pływającej powinna być tak dobrana, żeby zapewnić łatwe wyjęcie wkładu z płaszcza.

W dnach sitowych gdzie są uszczelki z przegrodami, muszą być rowki. Przejście pomiędzy rowkiem a obwodową powierzchnią przylgową uszczelki powinno być płaskie i bezstopniowe.

Kołnierz przyspawany do stałego dna sitowego może mieć tę samą grubość ścianki co płaszcz, jeżeli nie zostaną przekroczone następujące granice:

- Di ≤ 1100 mm i p_B ≤ 30 bar E ≤ 85 %

- Di > 1100 mm i $p_B \leq 10$ bar

W obu przypadkach obróbka cieplna jest wymagana tylko kiedy jest określona w ASME.

Najmniejsza grubość dna sitowego minus naddatek na korozję powinna być równa zewnętrznej średnicy rurki.

4.14.3 Rurki wkładu rurowego

Stan przy dostawie.

Generalnie, w wymiennikach ciepła z wkładami rurowymi należy stosować rurki stalowe bez szwu. Jeżeli zastosowano stal nierdzewną, dopuszcza się rurki spawane, pod warunkiem uzyskania pisemnej zgodny ze strony Grupy LOTOS S.A.. Rurki nie mogą mieć spoin obwodowych.

Wymiary rurek

Stal węglowa i niskostopowa			Stal nierdzewna i wysokostopowa		
ø rurki [mm]	Min. grubość ścianki [mm]	Podziałka rurek [mm]	ø rurki [mm]	Min. grubość ścianki [mm]	Podziałka rurek [mm]
20	2,11	26	20	1,65	26
25	2,77	32	25	2,0	32

Należy stosować powyższe wymiary chyba, że w rysunkach założeniowych i/lub arkuszach danych Grupy LOTOS S.A. podano inaczej. Zastosowanie innych niż podane wymiarów rurek wymaga uzyskania pisemnej zgodny od Grupy LOTOS S.A..

Zalecana długość wyżej wymienionych rurek wynosi 6000 mm. Po uzgodnieniu z Grupą LOTOS S.A. możliwe są wymiary pośrednie od 2000 do 5000 mm zwiększane co 100 mm.

W przypadku konstrukcji U-rurowej, wymaganą grubość nominalną rurek dobraną w oparciu o ciśnienie lub inne względy należy zwiększyć o co najmniej jeden (1) numer „gauge" (odpowiednik grubości w milimetrach), żeby wziąć poprawkę na pocienienie rurki na wygięciu w kształcie litery U.

Rurki w kształcie litery U są dopuszczalne tylko wtedy, kiedy nie jest wymagane mechaniczne czyszczenie wnętrza rurek. Spawanie obwodowe U-rurek nie jest dozwolone. Minimalny łuk wygięcia U-rurek R = 1,5Dz. Zmniejszenie grubości ścianki nie może być większe niż w TEMA RCB-2.31.

4.14.4 Zamocowanie rurek

Stosowane sposoby mocowana rurek :

- Mocowanie rurek stalowych w ścianach sitowych za pomocą spawania według DIN 8558 cz.2

- z wypuszczoną rurką , typ: C10.1 i C10.2,
- z wpuszczoną rurką , typ: C10.4,
- ze zlicowaną rurką , typ: C10.3,

- Mocowanie rurek stalowych w ścianach sitowych według DIN 28187

1.Metoda rozwalcowania

- za pomocą rozwalcowania bez rowków , pkt. 3.2.1
- za pomocą rozwalcowania z 1 lub 2 rowkami, pkt. 3.2.1
- rozwalcowanie metodą hydrauliczną, pkt. 3.2.2
- rozwalcowanie metodą eksplozji, pkt. 3.2.3

2.Metody kombinowane

- dowalcowanie i spawanie, pkt. 3.3.1
- spawanie i dowalcowanie, pkt.3.3.2
- rozwalcowanie i spawanie, pkt. 3.3.3
- spawanie i rozwalcowanie, pkt. 3.3.4
- dowalcowanie , spawanie i rozwalcowanie, pkt. 3.3.5

Szczegółowe wymagania odnośnie mocowania rurek w ścianach sitowych , doboru typów itp. określają przywołane normy.

Wytwórca winien uzyskać pisemną zgodę Grupy LOTOS S.A. na zastosowanie jednej z wymienionych metod lub użycie własnej metody mocowania rurek, po uprzednim przedłożeniu jej do akceptacji.

Średnice obliczeniowe otworów wywierconych mają być według DIN 28182 z tolerancją ± 0,05 mm.

Otwory wywiercone muszą być gładkie (wysokość szczyt-dolina 30 μm) i nie mogą mieć ostrych krawędzi na końcach. Na końcach rurek nie może być smaru.

Wytwórca dostarczy na żądanie reprezentatywną próbkę spoiny łączącej rurkę z dnem sitowym do przeglądu przez Grupę LOTOS S.A. przed rozpoczęciem prac.

W przypadku den sitowych platerowanych od strony płaszcza, rurki powinny być rozwalcowane, żeby uzyskać uszczelnienie do materiału plateru. Grubość plateru powinna być wystarczająca aby spełnić wymaganie TEMA, RB-7.311. Wytwórca musi przygotować procedurę wykonania takiego połączenia i przedstawić ją do akceptacji Grupie LOTOS S.A. przed rozpoczęciem prac.

4.14.5 Przegrody poprzeczne

Zewnętrzne średnice przegród poprzecznych należy obrabiać maszynowo dopiero po ustaleniu rzeczywistej średnicy wewnętrznej płaszcza. Nie mogą mieć zadziorów na krawędziach i w otworach rurek. Przegrody poprzeczne powinny być projektowane zgodnie ze standardem TEMA.

Nie wolno stosować większego prześwitu pomiędzy przegrodą poprzeczną a płaszczem niż podany w tabeli RCB-4.3 standardu TEMA, chyba że po każdorazowym uzgodnieniu z Grupą LOTOS S.A..

Otwory wiercone w przegrodach poprzecznych należy wykonywać zgodnie z DIN 28182 tabela 3 lub standardem TEMA sekcja 5 pkt. RCB 4.2

W przypadku wymiennika ciepła z powłoką Duroplast po stronie płaszcza, średnica otworu wierconego musi być uzgodniona z Grupą LOTOS S.A.. W otworach muszą być teflonowe tuleje. Wszystkie części muszą być powlekane przed zmontowaniem.

4.14.6 Ściągi, listwy uszczelniające

Minimalną ilość i wielkość ściągów wyznacza się według standardu TEMA.

W przypadku wymienników ciepła z powłoką Duroplast po stronie płaszcza, ściągi powinny być spawane do przegród poprzecznych bez rur dystansowych.

Listwy uszczelniające nie mają zastosowania dla wymienników w których po stronie płaszcza mamy do czynienia ze skraplaniem izotermicznym, wrzeniem izotermicznym oraz w wyparkach.

Listwy uszczelniające są wymagane kiedy odległość promieniowa pomiędzy płaszczem a zewnętrznymi rurkami przekracza 16 mm.

Wymienniki z pionowym cięciem przegrody (cięcie przegrody równoległe do osi króćca po stronie płaszcza) powinny mieć zamontowane listwy uszczelniające, żeby uszczelnić rejony bocznikowe będące skutkiem omijania rurek. Konieczne są „ślepe" rurki, pręty lub listwy uszczelniające dla wszystkich przegród równoległych do przepływu po stronie płaszcza. Grubość listew uszczelniających nie powinna być mniejsza niż 75% grubości przegrody, z tym, że powinna wynosić co najmniej 6 mm. W przypadku pionowo ciętych przegród (cięcie przegrody równoległe do linii środkowej króćca po stronie płaszcza), listwy uszczelniające nie powinny sięgać do przestrzeni wlotowych lub wylotowych przegród.

W przypadku poziomo ciętych przegród (cięcie przegrody prostopadłe do osi króćca po stronie płaszcza), listwy uszczelniające powinny sięgać od przedniego lub stałego dna sitowego do ostatniej przegrody lub przegrody wsporczej. Dla każdych pięciu (5) rzędów rurek pomiędzy cięciami przegród powinna być jedna para listew uszczelniających lub jedna para „ślepych" rur. Wymóg ten można modyfikować zależnie od rozmieszczenia rurek.

Listwy uszczelniające powinny być zamocowane do przegród poprzecznych spoinami ciągłymi po jednej stronie każdej przegrody.

Listwy uszczelniające umieszczone na obwodzie nie mogą ograniczać przepływu w strefie wlotowej lub wylotowej.

Wszystkie wyjmowane wkłady o ciężarze przekraczającym 1000 kg powinny mieć płozy do wyjmowania wkładu. W przypadku zastosowania płóz powinny one być spawane do przegród poprzecznych i przegród wsporczych tak, żeby tworzyły ciągłą powierzchnię ślizgową.

Listwy uszczelniające mogą być wykorzystane jako płozy, które powinny wystawać 0,8 mm poza zewnętrzną średnicę przegród i przegród wsporczych.

4.14.7 Przegrody w komorze i głowicy pływającej.

Przegrody muszą być wspawane szczelnie w komory lub osłony.

Powierzchnie uszczelniające przegród mają być cofnięte o 0,1 mm + 0,1 / -0 od powierzchni uszczelek.

Grubość dla stali węglowych wynosi 10 mm w przypadku średnicy nominalnej wymiennika do 600 mm włącznie i 12 mm w przypadku większych średnic nominalnych. Grubość tę należy zmniejszyć do 8 mm na powierzchni uszczelniającej. Dla materiałów wysokostopowych grubość wynosi 8 mm w przypadku średnicy nominalnej wymiennika do 600 mm włącznie i 10 mm w przypadku większych średnic nominalnych. Grubość tę należy zmniejszyć do 8 mm na powierzchni uszczelniającej.

Każda pozioma przegroda będzie zaopatrzona w otwór spustowy o średnicy 5 mm, około 30 mm od przedniej krawędzi, przegrody pionowe z otworem o średnicy 5 mm w najniższym i w najwyższym, jeżeli nie ma specjalnego odpowietrznika lub spustu.

4.14.8 Uszczelnienie wzdłużnej przegrody

Jeżeli płaszcz jest dwubiegowy, należy zastosować wzdłużne uszczelnienie przegrody.

Dlatego też przegroda wzdłużna musi być szczelnie przyspawana do stałego dna sitowego, przegrody poprzeczne muszą być połączone spoiną szczepną z przegrodą wzdłużną.

Uszczelnienie wzdłużnej przegrody powinno być mocowane dopiero przed ostatecznym zmontowaniem wymiennika ciepła; w żadnym razie nie może być wcześniej zgięte. Blaszki uszczelniające zegną się automatycznie kiedy wkład będzie wsuwany do płaszcza. Dobór materiału blaszek uszczelniających powinien zapewniać możliwość kilkakrotnego demontażu i montażu wkładu rurowego bez ich zniszczenia.

Przegroda wzdłużna musi mieć co najmniej 8 mm grubości.

4.14.9 Blacha przeciwerozyjna

Zastosowanie i konstrukcja blach przeciwerozyjnych na wlocie po stronie płaszcza do wymienników ciepła powinna być wg według rysunku założeniowego i/lub arkusza danych. Blachy mogą być przykręcane lub spawane do ściągów lub szyn ślizgowych.

Płyty Blachy powinny być ustawione w taki sposób, żeby zapewnić swobodny przekrój poprzeczny równoważny przekrojowi poprzecznemu króćca.Nie dopuszcza się stosowania blach perforowanych.

4.15 Podpory i zewnętrzne zamocowania

W przypadku wymienników ciepła zbudowanych ze stali stopowych i podpartych na podporach, wspornikach lub łapach, podpór ze stali węglowej nie należy spawać bezpośrednio do płaszcza aparatu. Pomiędzy płaszczem a podporą ze stali węglowej należy zastosować blachę wzmacniającą, stopową. Blacha powinna być wykonana z tego samego materiału co płaszcz, z tym wyjątkiem, że w przypadku płaszczy z wszystkich gatunków austenitycznej stali nierdzewnej blacha wzmacniająca może być ze stali nierdzewnej ASME SA-240 304L. Jeżeli obliczenia nie wykażą inaczej blacha ma być tej samej grubości co płaszcz, do którego jest zamocowana, wystając 50 mm poza podporę. Blachę należy przyspawać do płaszcza aparatu spoiną ciągłą. W każdej blasze wzmacniającej podpory powinien być otwór odpowietrzający o średnicy ¼ cala z gwintem NPT.

Wszystkie komory, zdejmowane pokrywy komory, osłony głowicy pływającej i zdejmowane pokrywy płaszcza oraz inne wyjmowane części o ciężarze przekraczającym 25 kg mają mieć uszy do podnoszenia. Uszy do podnoszenia powinny być zaprojektowane na ciężar co najmniej dwukrotnie większy od ciężaru danej części.

Dolne płaszcze ustawianych jeden na drugim wymienników ciepła z wyjmowanymi wkładami powinny być projektowane do przenoszenia nałożonego obciążenia bez narażenia na odkształcenie, które mogłoby spowodować zakleszczanie się wkładów rurowych.

Podpory dla poziomych urządzeń powinny być zgodne z DIN 28080.

Kiedy wymiennik poziomy aparat jest montowany na betonowym fundamencie, pod podporę przesuwną należy stosować blachę ślizgową.

Łapy wsporcze wymienników pionowych powinny być zgodne z DIN 28083 lub BN-76/2201-11.

Wszystkie podpory aparatów powinny być zaopatrzone w co najmniej dwoje (2) uszu uziemiających, po jednym na każdej podporze (w przypadku urządzeń poziomych).

Uszy do podnoszenia urządzeń pionowych i poziomych powinny być projektowane według:

- Uchwyty rurowe - DIN 28085 lub standardu producenta wymiennika, uzgodnionego z Grupą LOTOS S.A..
- Uszy - DIN 28086 lub standardu producenta wymiennika, uzgodnionego z Grupą LOTOS S.A..

Uchwyty do podnoszenia mają być tak zaprojektowane, aby umożliwić podniesienie wymiennika w każdym możliwym położeniu.

Należy zapewnić uchwyty do izolacji dla izolowanych pionowych wymienników.

Kołnierze wymienników ciepła, łącznie z kołnierzami głowic pływających powinny mieć co najmniej dwie śruby odciskowe do wygodnego demontażu uszczelki.

Z przodu den sitowych wkładów wyjmowalnych od strony komory rozdzielczej powinny być dwie śruby oczkowe według DIN 580 do wyjmowania wkładów. Wyjątkami są wymienniki ciepła z wykładzina lub powłoką z duroplastu na dnie sitowym. w tym przypadku należy dać dwoje uszu do podnoszenia podobne do DIN 28086 z materiału austenitycznego lub z tego samego materiału co wykładzina. Jeżeli nie jest to możliwe z uwagi na brak miejsca, należy zapewnić dwa gwintowane otwory (minimum M 20) do zamontowania dwóch śrub oczkowych na obwodzie dna sitowego. Śruby oczkowe i uszy do podnoszenia powinny być projektowane na siłę ciągnienia równą co najmniej 150 procent ciężaru wkładu. Każdy otwór gwintowany powinien być zaopatrzony w gwintowaną zaślepkę z tego samego materiału co powierzchnia dna sitowego. Śruby oczkowe, uszy do podnoszenia, zaślepki gwintowane powinny być włączone do zakresu dostaw.

5 Wymagania projektowe

5.1 Materiały

Materiały użyte do wytwarzania elementów ciśnieniowych wymienników ciepła mają spełniać wymagania dyrektywy ciśnieniowej 97/23/WE.

Materiały należy dobierać na podstawie rodzaju pracy i temperatury obliczeniowej, a także minimalnej obliczeniowej temperatury metalu (MDMT) i mają być one zgodne z odpowiednimi wymaganiami podanymi w przepisach ASME Sekcja II, z tym, że obowiązuje ograniczenie do materiałów z ASME Sekcji VIII.

Do wytworzenia elementów ciśnieniowych ze stali węglowej i elementów spawanych do nich wolno użyć jedynie stali uspokojonej. Zawartość węgla nie może przekraczać:

- 0,23% dla blach i rur
- 0,25% dla odkuwek

oraz równoważnik węgla wyrażony następującym wzorem:

CEV=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15 nie może przekraczać 0,43 %.

Blachy o grubości > 50 mm należy zbadać 100 % ultradźwiękowo według ASTM A 435 w hucie.

Blachy platerowane należy zbadać 100 % ultradźwiękowo według ASTM A 578 (zgodnie z SA-263, SA-264 oraz SA-265 wymaganie dodatkowe S12) – dopuszczalny poziom klasa 3 (zgodnie z SA-263, SA-264, SA-265) oraz należy poddać próbie ścinania. Wytrzymałość na ścinanie nie może być mniejsza niż 140,0 N/mm^2.

Po kształtowaniu, dennice wykonane z blachy platerowanej powinny zostać poddane badaniu ultradźwiękowemu według ASTM A 578 – wymaganie dodatkowe S12 zgodnie z SA-263, SA-264, S-265 dopuszczalny poziom klasa 3.

Materiały, z których będą wykonane główne elementy konstrukcyjne wymienników mają być zgodne z tymi wyszczególnionymi w arkuszu danych / rysunku wymiennika.

Jeżeli zastosowanoe kształtowniki konstrukcyjne wewnątrz wymiennika, to powinny one być wykonane z tej samej grupy materiałowej co płaszcz.

Zarówno w przypadku stali węglowej jak i nierdzewnej należy stosować tylko rurki bez szwu. Jeżeli w rysunkach /arkuszach danych Grupy LOTOS S.A. są podane rurki spawane, to powinny one być poddane elektrycznemu badaniu nieniszczącemu (defektoskopia magnetoindukcyjna) na całej długości rurki w fabryce, jak opisano w stosownych przepisach ASME. Rurki nie mogą mieć spawów obwodowych.

Wewnętrzne i zewnętrzne części nieciśnieniowe powinny być wykonane z tego samego materiału lub z tego samego rodzaju materiału co, odpowiednio, wewnętrzny lub zewnętrzny materiał wymiennika, chyba że zaznaczono inaczej. Dla tych części dopuszczalny jest materiał nie przebadany na udarność.

W przypadku śrub i nakrętek proces wytwarzania, obróbki cieplnej, wymagania chemiczne i mechaniczne, powłoki i znakowanie powinny być zgodne z wymaganiami stosownych przepisów technicznych i specyfikacji. Odpowiedni „symbol identyfikacyjny" powinien być wytłoczony na śrubach i nakrętkach, stosownie do wymagań norm materiałowych i specyfikacji. Atesty materiałowe wraz z wynikami odpowiednich testów i prób mają zostać dostarczone Grupie LOTOS S.A. na żądanie.

Uszczelki mają być wykonane z materiału nie zawierającego azbestu, odpowiedniego do warunków technologicznych i technicznych, w jakich pracują.

Przegrody poprzeczne, przegrody wsporcze, ściągi i rury dystansowe mogą być z materiałów o jakości handlowej, o określonym nominalnym składzie chemicznym. Materiały przegród powinny mieć nominalny skład chemiczny podobny do materiału rurek.

Materiały użyte do konstrukcji wymiennikow ciepła mają być nowei nieużywane.

Wymienniki ciepła określone jako wykonane z materiału stopowego lub nieżelaznego mogą być oferowane alternatywnie, jeżeli zastosowanie innej formy materiału (np. lita blacha, blacha platerowana nierozłącznie spojona, warstwa napawana lub połączenie tych metod) da w efekcie bardziej ekonomiczną konstrukcję.

Mechaniczne własności materiału powinny być ustalane na próbkach do badań przygotowanych z każdej blachy, rury lub odkuwki (lub partii*) w określonym stanie po obróbce cieplnej.

•Partię definiuje się jako materiał z tego samego wytopu, którego grubość mieści się w granicach plus lub minus 20 % ale nie więcej niż 12,5 mm określonej grubości i który był obrabiany cieplnie jednocześnie.

Wszystkie blachy, odkuwki i części ciśnieniowe powinny być cechowane w sposób czytelny i trwały z numerem wytopu, kęsiska płaskiego i seryjnym dostawcy stali, oznaczającym część. Na blachach i odkuwkach ze stali i stali stopowej o grubości 6 mm (1/4 cala) i cieńszych oraz na blachach i odkuwkach z metali nieżelaznych o grubości 13 mm (1/2 cala) i cieńszych należy stosować znakowanie lekkim tłocznikiem. Wszystkie inne postanowienia są takie jak podano w odpowiednich przepisach ASME.

Dodatkowe wymagania zostaną podane w dokumentach zakupu.

Odporność na korozję międzykrystaliczną stali austenitycznej, dla serwisu utleniającego kwasów siarkowego, azotowego, należy sprawdzać zgodnie z ASTM A262. Wymagane jest przedłożenie stosownego świadectwa.

Wnioskowi Wytwórcy wymiennika ciepła o zamianę materiału powinno towarzyszyć kompletne porównanie /informacja o materiale. Zamiana materiału przed lub w czasie wykonywania urządzenia wymaga pisemnej zgody Grupy LOTOS S.A..

5.2 Śruby i uszczelki

Zewnętrzne ciśnieniowe śruby i nakrętki dla połączeń głównych, króćców lub zaślepek kołnierzowych powinny stanowić śruby dwustronne z gwintem na całej długości, każda z dwiema nakrętkami sześciokątnymi. Wytrzymałość śrub dwustronnych należy obliczać na podstawie przekroju poprzecznego najmniejszej średnicy. Śruby powinny wystawać o około dwa zwoje gwintu poza każdą nakrętkę.

Rozmiar śrub i wymiary gwintów mają być zgodne z ASME/ANSI B1.1, Klasa 2A (gwint zewnętrzny) i Klasa 2B (gwint wewnętrzny):

- Śruby o średnicy 1 cal i mniejsze, gwint zwykły UNC (coarse threads series).

- Śruby o średnicy powyżej 1 cala, gwinty z serii o stałej podziałce 8-UN (8-pitch series threads).

W przypadku śrub o średnicy większej niż 1½" lokalizacja śrub i konstrukcja połączenia musi pozwalać na zastosowanie hydraulicznego urządzenia do naciągania śrub. Także projekt zabudowania wymiennika ciepła w instalacji musi brać ten aspekt pod uwagę.

Wytwórca winien określić siłę i procedurę dokręcania głównych połączeń wymiennika ciepła.

Wszystkie wewnętrzne śruby i nakrętki powinny być z materiału tego samego rodzaju co wnętrze wymiennika ciepła.

Gwinty zewnętrznych śrub dwustronnych i nakrętek powinny być pokryte odpowiednim smarem do gwintów (np. zawierających dwusiarczek molibdenu), żeby zapobiec zacieraniu się.

Uszczelki powinny być takie jak podano na rysunku /arkuszu danych wymiennika ciepła.

Uszczelki metalowe pierścieniowe powinny być owalne zgodne z wymaganiami ASME B16.20. Twardość Brinella uszczelek metalowych i uszczelek z płaszczem metalowym powinna być o około 25 HB niższa niż twardość materiału powierzchni przylgowej kołnierza. Materiały na uszczelki powinny w zasadzie być jak podano niżej dla wskazanego materiału kołnierza, wykładziny kołnierza, lub plateru kołnierza.

- Stale węglowe i węglowe ½ procent Mo: niskowęglowe żelazo lub niskowęglowa stal o maksymalnej twardości Brinella 120
- Stale ½ do10 procent Cr-Mo i 11 do 13 procent Cr: stal 5 procent Cr - ½ procent Mo o maksymalnej twardości Brinella 130
- Stale ASME typ 304, 321 i 347: stal ASME typ 304 o maksymalnej twardości Brinella 160
- Stale ASME typ 316: stal ASME typ 316 o maksymalnej twardości Brinella 160.

Z wyjątkiem uszczelek metalowych pierścieniowych, dla każdego połączenia kołnierzowego z zamontowaną uszczelką należy dostarczyć dwie zapasowe uszczelki i 10 % śrub z nakrętkami (min. 1 śruba z nakrętką dla każdego wymiaru śruby i dla gatunku materiału).

Wszystkie dostarczone uszczelki powinny być nowe i powinny być zainstalowane przed wysyłką wymiennika. Uszczelki używane do prób fabrycznych powinny zostać wymienione na nowe (z wyłączeniem uszczelek metalowych pierścieniowych).

Uszczelki i śruby dla połączeń króćców mają być zgodne ze specyfikacjami rurociągów.

5.3 Wykonanie i wykonawstwo

Wymienniki ciepła ustawione jeden na drugim winny być zmontowane w warsztacie i skontrolowane pod względem prawidłowości osiowania współpracujących ze sobą połączeń kołnierzowych i podpór. Wymagane podkładki ustalające pomiędzy podporami powinny być zamontowane i sczepione (szeregiem krótkich spoin) z podporami.

Jeżeli wymienniki ciepła są ustawione jeden na drugim lub na innych urządzeniach (grupa wymienników ciepła) lub kiedy reboilery są łączone kołnierzami do kolumn, to śruby, nakrętki i uszczelki dla kołnierzy łączących, a także elementy złączne i podkładki ustalające konstrukcji wsporczej powinny być włączone do dostawy wytwórcy, który dostarcza urządzenia, które mają być łączone. Podkładki ustalające powinny mieć grubości 1, 2, 3, 4 i 5 mm.

Wszystkie procedury spawalnicze łącznie ze spoinami nieciśnieniowymi powinny mieć numer identyfikacyjny i powinny być przywołane w szczegółach spoin na rysunkach wykonawczych.

5.4 Spawanie

Przygotowanie do spawania należy przeprowadzić zgodnie z odpowiednimi przepisami i normami.

Wszystkie złącza spawane należy wykonać metodą spawania łukowego.

Do spawania stali węglowych i niskostopowych elektrody otulone powinny być zgodne z odpowiednimi wymaganiami AWS-ASME, a otulina powinna być zasadowa. Należy stosować elektrody niskowodorowe (low hydrogen) w celu ograniczenia ryzyka pęknięć zimnych (wodorowych).

Króćce i ich wzmocnienia winny być połączone z płaszczem spoinami z pełnym przetopem.

Jeżeli wymagana jest obróbka cieplna, to całe spawanie należy ukończy przed jej wykonaniem. W przypadku stosowania platerowania, wymagane jest 100% badanie ultradźwiękowe przylegania materiału nałożonego do materiału rodzimego. Platerowanie wykonane przez napawanie podlega badaniu przy użyciu ciekłego penetranta. Jeżeli 100% powierzchni napawanej zostało sprawdzone penetrantem przed obróbką cieplną, to po obróbce cieplnej należy przeprowadzić wyrywkową kontrolę, jednak nie mniej niż 10%.

Dla niskostopowych Cr-Mo materiałów wymagane jest sprawdzenie twardości po obróbce cieplnej w rejonie spawania i w rejonie poddanym obróbce. Twardość nie może przekraczać:

- 215 HB dla stali o zawartości Cr <2%
- 240HB dla stali o zawartości Cr >2%

W przypadku spawania stali stopowych austenitycznych ze stalami węglowymi lub niskostopowymi, jeżeli temperatura pracy urządzenia nie przekracza 350°C stosuje się materiały spawalnicze typu 309(L) lub 309Mo(L) (dla stali austenitycznych z molibdenem np.316L). Dla wyższych temperatur pracy zalecane jest stosowanie spoiw niklowych np. ENiCrFe-3.

Spawanie elementów wymienników wykonanych ze stali węglowej z elementami wykonanymi ze stali kwasoodpornej wymaga każdorazowo pisemnej zgody Grupy LOTOS S.A.

W wymiennikach ciepła z wyjmowanymi wkładami wszystkie spawy powinny zostać zeszlifowane na równo z wewnętrzną powierzchnią płaszcza.

5.5 Obróbka cieplna

Obowiązkowe wymagania przepisów ASME należy rozumieć jako wymagania minimalne.

Obróbka po formowaniu ma być wykonana dla stali węglowej, węglowo-manganowej oraz niskostopowej następująco:

- Materiał formowany na gorąco, jeżeli był podgrzewany powyżej temperatury normalizowania, powinien być normalizowany
- Materiał formowany na zimno powinien być wyżarzany odprężająco, kiedy wymagane jest to przez przepisy

Ta obróbka cieplna ma być wykonana po ostatecznym formowaniu

Ciśnieniowe elementy wymienników ciepła, wykonane z austenitycznej stali kwasoodpornej, formowane poniżej minimalnej temperatury przesycania należy poddać przesycaniu zgodnie z wymaganiami odpowiednich przepisów ASME Sekcja VIII UHA-44.

Po finalnej obróbce cieplnej, należy po stronie wewnętrznej (za wyjątkiem stopowo wykładanej partii zbiornika) wykonać pomiary twardości Brinella każdej spoiny wzdłużnej, obwodowej, króćca oraz materiałów w strefie wpływu ciepła (HAZ). Rezultaty pomiarów nie mogą przekraczać wartości podanych w odpowiednich przepisach i specyfikacjach.

Gdy dla materiałów austenitycznych jest proponowane formowanie na gorąco, należy specjalnie rozważyć dobór temperatury formowania, w celu uniknięcia możliwości „pękania na gorąco”.

Wszystkie materiały powinny posiadać certyfikaty w stanie po finalnej obróbce cieplnej.

Należy zamówić materiał z symulowana obróbką cieplną 3 cykle.

Po obróbce cieplnej po spawaniu wymienników ciepła nie jest dozwolone jakiekolwiek spawanie, uderzanie, szlifowanie lub odkształcanie. Z dwóch stron płaszcza wymiennika powinien zostać wymalowany napis po polsku lub angielsku literami o wysokości 75 mm “ PODDANY OBROBCE CIEPLNEJ. SPAWANIE I UDERZANIE ZABRONIONE“ (POST WELD HEAT TREATED; DO NOT HAMMER OR WELD).

Lokalna obróbka cieplna jest niedozwolona bez uprzedniej pisemnej zgody Grupy LOTOS S.A..

Komory i głowice pływające wymienników ciepła z czterema i więcej biegami rurek winny być poddane obróbce cieplnej po spawaniu (PWHT).

Obróbkę cieplną należy wykonać przed obróbką maszynową powierzchni uszczelniających.

Powierzchnie przylgowe kołnierzy i inne obrabiane mechanicznie powierzchnie powinny być odpowiednio zabezpieczone przeciwko utlenianiu podczas obróbki cieplnej i powinny być sprawdzone po obróbce czy nie uległy zwichrowaniu i odkształceniu.

W warunkach korozji naprężeniowej łuki U-rurek ze stali węglowej podlegają wyżarzaniu. Łuki U-rurek ze stali nierdzewnej austenitycznej powinny zostać poddane odprężaniu lub innej obróbce stabilizującej.

5.6 Tolerancje

Tolerancje powinny być zgodne z wymaganiami standardu TEMA ale nominalnie jednakowe części powinny być wzajemnie wymienne.

Płaskość powierzchni stykowych uszczelek den sitowych powinna być mierzona po rozwalcowaniu rurek lub po ich przyspawaniu do dna sitowego.

Tolerancja grubości określonej dla plateru na integralnie platerowanej blasze jest podana poniżej:

- Określona grubość nominalna: minus 0,4 mm; plus 1,6 mm
- Określona grubość minimalna: minus 0 mm; plus 1,6 mm

6 Kontrola i próby

6.1 Próby

Zakres badań rentgenograficznych ma być zgodny z przepisami ASME.

Kiedy podana jest 100% rentgenografia, warstwy graniowe i ukończone spoiny pachwinowe wszystkich mocowań króćców powinny zostać zbadane zatwierdzoną przez Grupę LOTOS S.A. metodą defektoskopii magnetycznej proszkowej, penetracyjną lub ultradźwiękową. Spoiny trzeba szlifować tylko kiedy to konieczne, żeby wpłynąć na prawidłową interpretację rentgenogramu.

Na spoinie łączącej rurke do dna sitowego należy wykonać badanie ciekłym penetrantem. Badanie należy przeprowadzić po wykonaniu każdej warstwy spoiny. Wyniki przeprowadzonych badań należy udokumentować raportem z badań ciekłym penetrantem.

Kiedy to jest praktycznie wykonalne, wszystkie wymienniki ciepła powinny zostać poddane próbie wodnej zgodnie z przepisami technicznymi. Próba wodna powinna trwać co najmniej 1 godzinę.

Wymienniki ciepła należy poddać próbie wodnej zgodnie z wymaganiami przepisów (PED). Wymienniki ciepła wykonane ze stali stopowej i/lub stopów wysokoniklowych, włączając materiały platerowane, należy poddać próbie wodnej przy użyciu wody o niskiej zawartości chloru.

Jeżeli nie określono inaczej, zawartość chloru w wodzie użytej do prób w przypadku następujących materiałów nie może być wyższa niż:

- Stal węglowa < 500 ppm
- Austenityczna stal nierdzewna i stop wysokoniklowy < 25 ppm

Próba wodna strony płaszcza powinna być wykonana przy zdjętej osłonie i komorze.

Wkład wolno wyjmować lub wkładać tylko w obecności inspektora Grupy LOTOS S.A. Wyjątki są możliwe jedynie za pisemną zgodą Grupy LOTOS S.A..

Zespoły urządzeń układanych na sobie muszą zostać zmontowane próbnie w warsztacie, żeby zapewnić doskonałe pasowanie. W tym samym czasie powinna zostać wykonana próba wodna.

Nie wolno zaślepiać żadnych rurek ani otworów na rurki bez pisemnej zgody Grupy LOTOS S.A. na metodę i procedurę zaślepiania.

Spoiny każdej nakładki wzmacniającej lub części nakładki i podobnych zamocowań powinny być poddawane próbie pod ciśnieniem 30 kPa suchym powietrzem i powinny być zwilżone roztworem mydlanym przed próbą wodną. Otwory próbne w nakładkach należy po próbie wodnej pozostawić otwarte i wypełnione smarem.

Spoiny zamocowanych wkładek tulejowych, łącznie z paskami okrywającymi, wkładkami króćców, itp. powinny być badane w podobny sposób jak spoiny nakładek wzmacniających za pomocą powietrza wprowadzonego pomiędzy wykładzinę a metal rodzimy aparatu, przed obróbką cieplną po spawaniu i przed próbą ciśnieniową aparatu. Spoiny powinny też zostać zwilżone roztworem mydlanym. Wszelka ciecz, która zostanie zatrzymana pomiędzy wykładziną a metalem rodzimym powinna zostać całkowicie usunięta, a wszystkie otwory próbne wywiercone w wykładzinie lub metalu rodzimym powinny być szczelnie zamknięte przez spawanie.

Do prób warsztatowych należy używać uszczelek, śrub i nakrętek, które mają być stosowane w normalnej eksploatacji. Wszelkie materiały uszkodzone w czasie próby powinny zostać wymienione przez dostawcę na nowe.

6.2 Pierścienie do prób ciśnieniowych

Dla każdego wymiennika należy dostarczyć pierścienie testowe do prób ciśnieniowych wkładu rurowego niezależnie od ilości dostarczanych takich samych wymienników . Dla wymienników z głowicą pływającą wymagany jest pierścień mocujący dno sitowe stałe i pierścień zamykający płaszcz od strony głowicy pływającej z dławikiem na dno sitowe pływające. Dla wymienników U-rurkowych wystarczający jest pierścień mocujący dno sitowe. Pierścienie powinny być trwale oznakowane numerem technologicznym wymiennika znakami o wysokości 10 mm.

6.3 Kontrola

Wytwórca wymiennika ciepła sporządzi plan kontroli i badań (ITP), który zostanie przesłany do Grupy LOTOS S.A. w celu ustalenia punktów powiadamiania, przeglądu, poświadczenia i zatrzymania.

Wszystkie obowiązkowe wymagania odpowiednich krajowych, regionalnych, miejscowych praw i przepisów dotyczących kontroli, ważnych w miejscu montażu, albo dostarczonych przez klienta, muszą być przestrzegane.

Przed próbą wodną i/lub obróbką cieplną lub nakładaniem ewentualnych powłok na wymiennik zostanie także przeprowadzona przez upoważnionego przedstawiciela Grupy LOTOS S.A. wzrokowa i wymiarowa wyrywkowa kontrola.

Wytwórca winien poinformować Grupę LOTOS S.A. e-mailem lub faksem co najmniej 10 dni przed gotowością wymiennika ciepła do kontroli.

Kontrola przeprowadzona przez Grupę LOTOS S.A. w żadnym razie nie zwalnia Wytwórcy z jego obowiązku spełnienia wymagań dokumentów zakupu.

Upoważniony przedstawiciel Grupy LOTOS S.A. będzie miał prawo skontrolowania wszystkich prac w toku, żeby upewnić się co do właściwego wykonawstwa, ustawienia, spawania, prób, malowania itp.

Grupa LOTOS S.A. zastrzega sobie prawo do przeprowadzenia kontroli wstępnej, pośredniej i końcowej.

Udostępnione do kontroli wymienniki ciepła powinny być oczyszczone z żużla, brudu, oleju, rozprysków spawalniczych i innych zanieczyszczeń.

Wymienniki ciepła przedstawione do kontroli powinny zostać wcześniej poddane kontroli wymiarowej przez Wytwórcę. Wytwórca powinien sporządzić protokół wymiarowy pokazujący rzeczywiste wymiary każdego wymiennika ciepła (obejmujący owalizację; przesunięcie złączy spawanych, odchylenia od ustawienia w linii) i przekazać go upoważnionemu przedstawicielowi

Grupy LOTOS S.A. Wszelkie odstępstwa od określonych tolerancji powinny być wyraźnie zaznaczone w tym protokole.

Wszystkie części dostarczane luzem, wchodzące w zakres dostawy wymienników ciepła powinny być gotowe do kontroli.

Wytwórca poniesie wszystkie dodatkowe koszty powstałe wskutek dalszych inspekcji, jeżeli wymiennik ciepła lub jego elementy nie są gotowe lub w wymaganej ilości w podanym czasie.

Gdy punkty zatrzymania zostały osiągnięte, wytwarzanie może być kontynuowane jedynie po otrzymaniu pisemnej autoryzacji Grupy LOTOS S.A.

Po zamontowaniu wymiennika na instalacji kontroli podlegają momenty skręcenia (lub naciągi) śrub połączeń głównych wymiennika. Jeśli skontrolowane momenty (naciągi) odbiegają od wartości projektowych wówczas wytwórca lub dostawca wymiennika doprowadzi do zgodności wartości rzeczywistych z projektowymi, po czym wytwórca wymiennika musi przeprowadzić próbę ciśnieniową.

Grupa LOTOS S.A. powinna być niezwłocznie poinformowana w przypadku pojawienia się następujących problemów:

- Odchylenia od standardu
- Odrzucone lub niewystarczające wyniki badań
- Niezgodności powstałe w trakcie sprawdzania rysunków
- Nie spełnione wymagane tolerancje
- Uszkodzenia, naprawy w czasie produkcji
- Wszystkie wydarzenia wpływające na opóźnienie produkcji, a zatem zagrażające terminowi dostawy

6.4 Wymagane dokumenty w czasie kontroli

Upoważnieni przedstawiciele Grupy LOTOS S.A. w czasie przeprowadzanych inspekcji u Wytwórcy, w okresie procesu wytwarzania, powinni mieć udostępnione do kontroli niżej wyszczególnione dokumenty związane z realizacją zamówienia:

- Potwierdzone, ulokowane zamówienia na materiały
- Certyfikaty materiałowe z wykazem elementów na które będą stosowane
- Procedury spawalnicze uzgodnione z jednostką notyfikowaną
- Uprawnienia spawaczy
- Plan spoin
- Świadectwa z badania spoin
- Świadectwa z obróbki cieplnej
- Plan oznaczenia cech materiałowych na urządzeniu (główne elementy ciśnieniowe)
- Świadectwa z prób ciśnieniowych wytwórcy
- Protokół z prób ciśnieniowych odbiorczych przez Jednostkę Notyfikowaną
- Raport z kontroli wymiarowej wytwórcy
- Oświadczenie wytwórcy o zgodności wykonania urządzenia z :

- odpowiednimi przepisami uzgodnionymi w zamówieniu i Europejskiej Dyrektywy Ciśnieniowej 97/23/WE
- wymaganiami norm
- dokumentacją techniczną

- Oświadczenie Jednostki Notyfikowanej o zgodności wykonania urządzenia według wymogów odpowiednich przepisów i Europejskiej Dyrektywy Ciśnieniowej 97/23/WE.

6.5 Odrzucenie

Wymiennki ciepła lub ich elementy składowe oraz materiały, z których są zbudowane, wykazujące niedające się naprawić wady, niewłaściwe wykonanie, nadmierne / wielokrotne naprawy, albo niezgodne z wymaganiami odpowiednich przepisów technicznych lub specyfikacji Grupy LOTOS S.A. wykonanie podlegają odrzuceniu. Grupa LOTOS S.A. zastrzega sobie prawo do odrzucenia wymienników ciepła płaszczowo-rurowych lub ich elementów składowych w dowolnym czasie i miejscu przez Grupę LOTOS S.A. lub upoważnionego przedstawiciela Grupy LOTOS S.A. w przypadku stwierdzenia niezgodności z wymaganiami zamówienia.

7 Tabliczki fabryczne

Gotowe wymienniki ciepła należy wyposażyć w tabliczkę fabryczną w języku polskim lub polsko-angielskim, zgodną z wymaganiami dyrektywy europejskiej PED 97/23/EC oraz TEMA . Tabliczki fabryczne należy wykonać z materiału odpornego na korozję i zamontować na wsporniku tabliczki nitami ze stali nierdzewnej. Napisy mają być grawerowane. Tabliczki fabryczne na poziomych wymiennikach ciepła powinny być umieszczone powyżej stałej podpory siodłowej.

8 Malowanie, znakowanie, pakowanie

8.1 Malowanie

Malowanie ma być zgodne ze specyfikacją Grupy LOTOS S.A. nr: 1190.

Jeżeli nie podano inaczej na rysunkach, wymienniki ciepła wykonane w warsztacie powinny być malowane tylko na powierzchniach zewnętrznych.

Malowanie warsztatowe nie powinno być wykonywane w odległości 150 mm (6 cali) od jakiejkolwiek spoiny przed kontrolą Grupy LOTOS S.A..

Stali nierdzewnej i stopów wysokoniklowych (inconel, hastelloy, itp.) nie należy malować, chyba że podano inaczej. Do czyszczenia powierzchni stopowych wolno używać tylko szczotek ze stali nierdzewnej, czystego, nie zawierającego żelaza piasku lub nierdzewnego grysu stalowego. Pozostałości topnika spawalniczego należy całkowicie usunąć. Rozpuszczalniki używane do czyszczenia lub usuwania zgorzeliny lub oleju powinny być pozbawione chlorków organicznych i nieorganicznych.

Przygotowanie powierzchni do malowania, a także zabezpieczenie antykorozyjne wymienników ciepła poprzez malowanie należy wykonać po przeprowadzeniu próby ciśnieniowej (wodnej) i kontroli przez Grupę LOTOS S.A..

Powierzchnie obrobione mechanicznie np. przylgi kołnierzy, gwinty należy zabezpieczyć podczas wytwarzania/czyszczenia strumieniowego oraz malowania.

Powierzchnie zewnętrzne wymienników ciepła wykonanych ze stali nierdzewnej, które nie wymagaja

malowania winny być poddane trawieniu i pasywacji.

8.2 Znakowanie

Wymiennik ciepła powinien być oznakowany numerem technologicznym. (Wysokość znaków około 200 mm).

Wyjmowane części składowe wymiennika ciepła, takie jak pokrywy, wkłady, dna pływające, pierścienie do prób, dławiki itp. powinny być trwale oznakowane numerem technologicznym wymiennika.

Do znakowania należy używać tuszu lub farb nierozpuszczalnych w wodzie.

W przypadku gdy elementy wymienników ciepła wykonane ze stali austenitycznych i stopów wysokoniklowych (inconel, hastelloy, itp.) mają być oznakowane informacjami wysyłkowymi lub wykonawczymi, znakowanie należy wykonać przy pomocy nierozpuszczalnego w wodzie atramentu, nie zawierającego siarki, chlorków lub pigmentów metalicznych.

Części dostarczane luzem, takie jak części zapasowe, oddzielnie dostarczane wyposażenie wewnętrzne itp. powinny być zidentyfikowane za pomocą przywieszki zawierającej numer części według rysunku warsztatowego a także numer technologiczny wymiennika ciepła.

8.3 Pakowanie

Wszystkie otwory powinny zostać wodoszczelnie zamknięte, w taki sposób, żeby nie pozwolić na uszkodzenie powierzchni łączących oraz uniemożliwiać dostęp do wnętrza aparatu osobom postronnym.

Otwory odpowietrzające w nakładkach podpór i blachach wzmacniających powinny być wypełnione smarem powstrzymującym korozję.

Luźne drobne elementy i części zapasowe objęte zakresem dostawy powinny być zapakowane oddzielnie i wysłane razem z wymiennikiem ciepła.

Bliższe informacje o pakowaniu i transporcie są zawarte w instrukcjach pakowania i wysyłki.

Jeżeli nie podano inaczej, wnętrze wymiennika ciepła powinno być dokładnie oczyszczone i wysuszone.

Jeżeli tak podano w odpowiednich dokumentach zakupu; wymienniki ciepła ze stali nierdzewnej (łącznie z wymiennikami platerowanymi stalą nierdzewną) powinny być wypełnione azotem i dostarczone wraz z butlą z azotem, zaworem trójdrożnym, manometrem i blachą osłonową butli wykonaną ze stali nierdzewnej. Na osłonie należy napisać jakie nadciśnienie należy utrzymywać w wymienniku.

Spawane króćce urządzeń powinny być sfazowane i zabezpieczone stalowymi lub plastikowymi zaślepkami.

9 Kwalifikacje Wytwórcy

Na żądanie Grupy LOTOS S.A. Wytwórca winien przedstawić dowody, że jest wstanie wypełnić wymagania dla produkcji, prób i kontroli wymienników ciepła, jako podano w odpowiednich przepisach i zarządzeniach.

W przypadku, gdy w czasie składania oferty nie są dostępne ważne dokumenty kwalifikacyjne dla procedur spawalniczych i spawaczy lub dostępne dokumenty kwalifikacyjne nie pokrywają jednego lub kilku kryteriów, które muszą być spełnione, fakt ten należy zaznaczyć w ofercie. Należy

uwzględnić wszelkie utrudnienia występujące przy pracach, które mają być wykonane i/lub specjalne przypadki.

Wytwórca, przed przystąpieniem do wytwarzania, uzgodni i zatwierdzi wszystkie wymagane procedury spawalnicze oraz kwalifikacje spawaczy z kompetentną stroną trzecią zgodnie z wymaganiami dyrektywy ciśnieniowej 97/23/WE oraz z wymaganiami zawartego kontraktu na wykonanie i dostawę danego wymiennika ciepła.

10 Gwarancje

Wszystkie materiały, projekt i budowa podlegają warunkom i gwarancjom wymaganym zgodnie z zamówieniem.

Wytwórca wymiennika ciepła zagwarantuje, że zaprojektowany przez niego wymiennik ciepła w pełni spełnia warunki techniczne określone w zamówieniu. W przypadku gdy wymiennik ciepła nie spłenia określonych w zamównieniu wymagań i warunków technicznych, Wytwórca bez ponoszenia kosztów przez Grupę LOTOS S.A. dostarczy nowy wymiennik ciepła albo przeprojektuje i przebuduje dostarczony wymiennik ciepła, tak aby wypełnić warunki umowy.

Sprawdzenie rysunków, kontrole pośrednie i końcowe wymienników ciepła przeprowadzone przez Grupę LOTOS S.A., a także zwolnienie do wysyłki nie zwalnia Wytwórcy z jego obowiązku zachowania zgodności wymiennika ciepła z warunkami umowy.

11 Dokumenty związane

Pozostałe Specyfikacje Techniczne, wymienione na przekazanym wykazie Specyfikacji Technicznych Grupy LOTOS S.A.

12 Przepisy i Normy

Projektowanie, wykonanie, kontrola i próby ma być zgodne z najnowszymi edycjami wyszczególnionych norm i przepisów:

- 97/23/WE (PED) Dyrektywa Parlamentu Europejskiego w sprawie urządzeń ciśnieniowych
- 2009/105/EC Dyrektywa Parlamentu Europejskiego w sprawie prostych zbiorników ciśnieniowych (zastępuje 87/404/EEC)
- ASME BPVC ASME Boiler & Pressure Vessels Code – Sections I through X
- ASME B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS 1/2 Through NPS 24
- ASME B16.47 Large Diameter Steel Flanges NPS 26 Through NPS 60
- ASME B16.20 Metallic Gaskets for Pipe Flanges Ring-Joint, Spiral-Wound, and Jacketed
- ASME B16.21 Nonmetallic Flat Gaskets for Pipe Flanges
- ASME B 1.1 Unified Inch Screw Threads (UN and UNR Thread Form)
- TEMA (Tubular Exchanger Manufacturers Association) Standards
- ASTM A 435 Standard Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Steel Plates
- ASTM A 578 Standard Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Rolled Steel Plates for Special Applications

- ASTM A 262 Standard practice for Detecting Susceptibility to Intergranular Attack in Austenitic Stainless Steel
- ASTM A 263 Standard Specification for Stainless Chromium Steel-Clad Plate
- ASTM A 264 Standard Specification for Stainless Chromium-Nickel Steel-Clad Plate
- ASTM A 265 Standard Specification for Nickel and Nickel-Base Alloy-Clad Steel Plate
- PN-EN-10204 Metallic products - Types of inspection documents
- Sprawozdania z badań:

  WRC Bulletin 537
- Stresses in Large horizontal cylindrical pressure Vessels on 2 saddled supports by L.P. Zick
- DIN 580 Eye bolts
- DIN 8558 Part 2 Design and workmanship of welded joints. Steel vessels and apparatus used in the chemical industry
- DIN 28080 Saddle supports for horizontal cylindrical vessels
- DIN 28083 Bracket supports, Part 1 and 2
- DIN 28085 Lifting lugs on apparatus for mounting
- DIN 28086 Lugs on vessels for use in process engineering
- DIN 28182 Tubular heat exchangers; tube pitches, diameter of bores in tube sheets, baffles and support plates

13 Karta zmian

Zmiana	Data	Opis	Wprowadzona przez
0		Niniejsza specyfikacja zastępuje w całości poprzedni standard Grupy LOTOS S.A. nr PR 07 231 o tym samym tytule.	B.Kowalewski
1	14.11.2006.	W punkcie 4.14.3. zmieniono minimalne grubości ścianek rur.	B. Kowalewski
2	09-05-2011	Zmieniono w zakresie punktów 4.1, 5.2, 6.3	Sławomir Zajaczkowski
3	30-11-2013 (rev.3)	Przegląd, aktualizacja, ujednolicenie i zmiany standardu w ramach OK/900/2012	Redakcja Zbiorowa. Koordynacja T. Wróbel
-	31-08-2015	Korekta nagłówka strony, bez mian w treści dokumentu	T. Wróbel

.