Spis zawartości

1 Przedmiot specyfikacji 3
2 Zakres 3
2.1 Hierarchia dokumentów 3
2.2 Przepisy 3
2.3 Normy 3
2.4 Odstępstwa 4
3 Gwarancje 4
4 Kryteria projektowe 4
4.1 Postanowienia ogólne 4
4.2 Projekt podstawowy 5
4.3 Zawory 7
4.4 Tłoki i tłoczyska 7
4.5 Wały korbowe, łożyska i wodziki 8
4.6 Sprężarki bezolejowe 8
4.7 Dławnice i uszczelnienia 8
4.8 Smarowanie korpusu sprężarki 9
4.9 Smarowanie cylindrów i uszczelnień 9
4.10 Koło zamachowe 10
4.11 Ramy fundamentowe, ramy silników i szyny 10
4.12 Śruby fundamentowe 10
4.13 Narzędzia 10
4.14 Materiały 10
4.15 Drgania 12
4.16 Orurowanie i oprzyrządowanie 12
4.17 Podejścia projektowe 14
4.18 Przyrządy sterownicze i KiA 15
4.19 Sterowanie wydajnością 16
4.20 Napędy 17

Opracowanie jest własnością Grupy LOTOS SA i nie może być reprodukowane ani udostępniane osobom trzecim w całości lub w części bez pisemnej zgody Grupy LOTOS SA

4.21 Przekładnie 17
4.22 Sprzęgła i osłony 17
4.23 Tabliczka znamionowa 18
5 Kontrola techniczna i próby 18
5.1 Zagadnienia ogólne 18
5.2 Kontrole i próby 18
6 Malowanie i powłoki 19
7 Dokumentacja 19
8 Dokumenty związane 21
8.1 Specyfikacje Grupy LOTOS S.A. 21
8.2 Normy 21
9 Karta zmian 23

1 Przedmiot specyfikacji

Niniejsza specyfikacja zastosowana w połączeniu z innymi specyfikacjami technicznymi Grupy LOTOS S.A. ustala minimalne wymagania odnośnie projektowania, wykonania, kontroli i prób dla sprężarek tłokowych przeznaczonych do pracy w zakładach Grupy LOTOS S.A.

2 Zakres

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.

Niniejszą specyfikację należy rozpatrywać wraz ze specyfikacją nr 2400 – Wymagania ogólne dla maszyn i napędów.

Odwołania do innych norm przemysłowych dotyczące zgodności, należy traktować jako nieodłączną część niniejszej specyfikacji.

2.1 Hierarchia dokumentów

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

2.2 Przepisy

Sprężarki tłokowe muszą spełniać wymagania obowiązujących przepisów, specyfikacji Grupy LOTOS S.A. oraz aktualnych norm technicznych przywołanych w dokumentach zamówienia.

2.3 Normy

Sprężarki tłokowe powinny być wykonane i dostarczone zgodnie ze standardem API 618 edycja 5 lub późniejsza z uwzględnieniem wymagań podanych w niniejszej specyfikacji. Grupa LOTOS S.A. dopuszcza zastosowanie innych standardów dotyczących sprężarek tłokowych po wcześniejszym uzgodnieniu z Grupą LOTOS S.A.

Małe sprężarki używane w układach pomocniczych mogą być projektowane według standardów wytwórcy.

Arkusze danych powinny zawierać informację o obowiązującym standardzie.

2.4 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 Gwarancje

Wszystkie materiały, dokumentacja projektowa i wytwarzanie podlegają warunkom i gwarancjom wymaganym zgodnie z zamówieniem.

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

4 Kryteria projektowe

4.1 Postanowienia ogólne

4.1.1 Agregaty sprężarkowe powinny być zainstalowane wewnątrz dedykowanych, zadaszonych pomieszczeń zwanych dalej sprężarkowniami. Konstrukcja sprężarkowni powinna zapewniać niezawodne funkcjonowanie wszystkich układów głównych i pomocniczych agregatu sprężarkowego oraz umożliwiać swobodny dostęp do jego podzespołow w czasie prowadzenia na agregacie prac remontowych.

4.1.2 Agregaty sprężarkowe posadowione poza sprężarkowniami (co wymaga uzgodnienia z Lotos) muszą być zaprojektowane w sposób umożliwiający ich pracę w podanych warunkach atmosferycznych oraz pracę w odpowiedniej strefie zagrożenia wybuchem, jeżeli nie określono inaczej w arkuszach danych.

4.1.3 Za ogólne mechaniczne i aerodynamiczne funkcjonowanie zespołu sprężarkowego odpowiada dostawca sprężarki. Sprężarki napędzane silnikami indukcyjnymi powinny być dobierane z uwzględnieniem rzeczywistej prędkości obrotowej silnika odpowiadającej obciążeniu znamionowemu, a nie prędkości synchronicznej.

4.1.4 Dostawca sprężarki ponosi wyłączną odpowiedzialność za dostarczany zespół urządzeń chyba że podano inaczej w zamówieniu. Zespół urządzeń składa się ze sprężarek, układów napędowych i urządzeń pomocniczych. Odpowiedzialność za zespół obejmuje między innymi odpowiedzialność inżynieryjną za następujące punkty:

- wartości znamionowe i dobór części składowych układu przeniesienia mocy i prędkości
- rozmieszczenie urządzeń, projekt ramy, wymagania dotyczące fundamentu i podlewek
- rozmieszczenie rurociągów, koordynacja z poddostawcami i nabywcą, w miarę potrzeby
- analiza drgań skrętnych i poprzecznych
- studium symulacji akustycznej (pulsacji) i analiza mechaniczna
- wykonanie układu uszczelnienia tłoczyska

- wykonanie układu olejowego (olej smarowy i smarowanie cylindra/uszczelnienia sznurowego, jeżeli wymagane)
- wykonanie układu chłodzącego
- układ logiczny, integracja układu blokad, koordynacja z nabywcą
- wykonanie układu monitorowania drgań, opadnięcia tłoczysk oraz temperatury łożysk i zaworów; koordynacja wszystkich urządzeń w zespole.
- uzyskanie i przekazanie nabywcy wszystkich danych projektowych urządzeń
- koordynacja wszystkich fizycznych i funkcjonalnych połączeń między urządzeniami / układami potrzebnymi do spełnienia wymagań odpowiednich specyfikacji, przepisów technicznych i norm
- koordynacja wszystkich wymagań dotyczących montażu i prób części składowych zespołu
- koordynacja czynności na miejscu montażu związanych z urządzeniem do czasu odbioru końcowego.
- spełnienie wymagań dotyczących dopuszczalnego poziomu hałasu zgodnie z odpowiednimi przepisami, specyfikacjami Grupy LOTOS S.A. i/lub innymi załącznikami do zamówienia.

4.1.5 Dostawca może zaoferować sprężarki tłokowe tylko jeżeli sprężarki o podobnej konstrukcji zostały już zastosowane w takich samych lub podobnych warunkach i pracują bezproblemowo..

4.1.6 Konstrukcja powinna być zgodna z najnowszym stanem techniki oraz z normami podanymi w niniejszej specyfikacji i arkuszach danych.

4.1.7 Projekt sprężarki tłokowej zalecanej przez dostawcę powinien być uzgadniany wspólnie z nabywcą oraz powinien być zgodny z prawem i odpowiednimi normami. Dostawca powinien wskazać, gdzie specyfikacje wymagają stosowania nadzwyczajnych środków powodujących konieczność dostawy niestandardowych elementów. Dostawca jest zobowiązany zidentyfikować takie różnice.

4.1.8 Niniejsza specyfikacja nie dotyczy sprężarek powietrza technicznego lub powietrza KiA, chyba że w arkuszach danych podano inaczej.

4.2 Projekt podstawowy

4.2.1 Generalnie, sprężarki powinny być dostarczane jako kompletne pakiety łącznie z urządzeniem napędzającym, przekładnią, sprzęgłami, układem smarowniczym i chłodniczym, chłodnicami międzystopniowymi, oddzielaczami, urządzeniami do tłumienia pulsacji, aparaturą kontrolno-pomiarową zamontowaną w pakiecie i układem regulacji wydajności.

4.2.2 Jeżeli w specyfikacji oznaczono wymóg ochrony maszyny przed zamarzaniem w warunkach zimowych, powinna istnieć możliwość szybkiego wykonania czynności w celu całkowitego odwodnienia sprężarki, urządzeń pomocniczych, wszystkich rurociągów parowych i wodnych do kanalizacji, a rurociągów olejowych do studzienki. Należy zapewnić ochronę przed zamarzaniem przyrządów pomiarowych, małego orurowania (przy pomocy grzałek lub obiegu oleju), ciśnieniowego układu smarowania olejowego, paneli sterowniczych silników i lokalnych paneli sterowniczych.

4.2.3 Dostawca powinien przejrzeć i skomentować rysunki rurociągów i fundamentów Grupy LOTOS S.A.

4.2.4 Dane projektowe dla mediow pomocniczych dotyczą parametrów sieci. Parametry w miejscach przyłącza mogą nieznacznie się różnić.

4.2.5 Spadki ciśnienia pomiędzy króćcami maszyn, a także na tłumikach hałasu, urządzeniach do tłumienia pulsacji, chłodnicach międzystopniowych, oddzielaczach i rurociągach łączących powinny zostać niezależnie określone przez dostawcę przed złożeniem zamówienia.

4.2.6 Spadki ciśnienia na zaworach dławiących, kryzach, itp., urządzeniach do tłumienia pulsacji, tłumikach hałasu, zaworach zwrotnych, itp. uzasadnione przez Dostawcę maszyny muszą być wzięte przez niego pod uwagę w czasie projektowania, o ile te elementy składowe są włączone do jego zakresu dostawy.

4.2.7 Sprężarki i urządzenia napędowe powinny być dobrane dla największej różnicy ciśnień określonej przez Grupę LOTOS S.A. oraz różnicy ciśnień wynikającej z pracy przy najmniejszym określonym ciśnieniu ssania i ciśnieniu spustowym zaworów bezpieczeństwa z każdego stopnia.

4.2.8 Sprężarki powinny być zaprojektowane do pracy ciągłej pod dużym obciążeniem. Zalecenia dostawcy odnośnie prędkości obrotowych i prędkości liniowej tłoka powinny opierać się na doświadczeniu dostawcy dotyczącym maszyn o podobnej wielkości i używanych w podobnych warunkach pracy. Prędkości obrotowe i przesuwu tłoka nie powinny przekraczać 600 obr/min. i 4 m/sek. jeżeli w arkuszach danych nie zostało podane inaczej. Maksymalna prędkość obrotowa wału sprężarek wodoru w pracy ciągłej powinna być ograniczona do 350 obr/min, jeżeli w arkuszach danych nie zostało podane inaczej.

4.2.9 Kiedy maksymalna temperatura wylotowa wynosi 150°C lub więcej, wymagany jest alarm od wysokiej temperatury wylotowej i nastawione na 175°C wyłączenie maszyny.
W przypadku sprężarek powietrza lub innego gazu zawierającego tlen, smarowanych węglowodorami i mających nadciśnienie wylotowe powyżej 20 bar(g), należy stosować niższe granice temperatury podane w odpowiednich arkuszach danych. W przypadku dostawy niemetalicznych pierścieni tłokowych, uszczelnień tłoczyska lub zaworów, znamionowa temperatura wylotowa nie powinna przekraczać 120°C, alarm powinien być nastawiony na 135°C, a wyłączenie, jeżeli jest wymagane, powinno być nastawione na 150°C. Dostawca powinien przedstawić swoje doświadczenie w tej dziedzinie razem z ofertą.

4.2.10 W sprężarkach wymagane są cylindry poziome, chyba że w arkuszach danych określono inaczej. Wszystkie cylindry poziome powinny mieć króćce tłoczenia gazu skierowane w dół. Główne części urządzenia, takie jak cylindry i korpusy sprężarek powinny mieć występy lub kołki ustalające dla zapewnienia dokładności ustawienia. Stosowane mogą być tylko cylindry do pracy dwustronnej. Podpory cylindrów powinny być niezależne od rurociągu wylotowego.

Dla wszystkich cylindrów należy dostarczyć wymienne tuleje cylindrowe. Tuleje nie powinny mieć styczności z czynnikiem chłodzącym (mokre tuleje), powinny być pasowane na wcisk i utrzymywane w miejscu dodatkowymi elementami mechanicznymi (zaciski, kołki itp.). Tuleje pasowane tylko na wcisk nie są dopuszczalne. W swojej ofercie dostawca powinien potwierdzić zgodność z tym typem konstrukcji.

4.2.11 Cylindry sprężarki, elementy odległościowe i skrzynia korbowodowa powinny być mocowane ze sobą za pomocą śrub dwustronnych lub śrub przelotowych. Pokrywy otworów wyczystkowych i pozostałe pokrywy powinny być mocowane za pomocą śrub dwustronnych i śrub przelotowych. Otwory gwintowane pod śruby dwustronne nie powinny przenikać, pod dnem otworu, naddatku na korozję. Wszystkie głowice cylindrów powinny być zaopatrzone w śruby oczkowe i śrubę do podnoszenia celem ułatwienia demontażu.

4.2.12 Chłodzenie cylindra powinno być zapewnione zgodnie z API 618.

W przypadku pracy z układami o wymuszonym obiegu czynnika chłodzącego, dostawca powinien podać w arkuszach danych (na etapie ofertowania) przepływ wody chłodzącej i jej temperatury, razem z wartościami spadku ciśnienia dla każdego płaszcza cylindra.

4.2.13 Jeżeli w arkuszach danych nie określono inaczej, układy chłodzenia powinny być zaprojektowane dla warunków jakie podano w API 618 edycja 5. Należy zapewnić całkowite odwodnienie układu.

4.2.14 Oferta powinna zawierać kompletny opis konstrukcji uszczelnienia tłoka, pierścienia i tłoczyska (łącznie z materiałami konstrukcyjnymi i wykończeniem wnętrza cylindra). Uogólnione rysunki wykonawcze powinny być dostępne do przejrzenia na etapie ofertowym zamówienia.

4.3 Zawory

4.3.1 Konstrukcja zaworów roboczych oraz urządzeń odciążających powinna być zgodna z normą API, zawory i urządzenia odciążające powinny nadawać się do pracy z dowolnym gazem określonym w arkuszu danych. Należy dostarczyć pneumatyczne (lub hydrauliczne) siłowniki odciążające posiadające sprawdzone uszczelnienia.
Każde indywidualne urządzenie odciążające powinno mieć widoczny wskaźnik swojego położenia i stanu obciążenia (obciążone lub nieobciążone), jeżeli w arkuszu danych nie określono inaczej.
Procedury montażu i dociągania śrub powinny być zawarte w instrukcji obsługi, żeby zapobiec nieszczelnościom pracujących zaworów.

4.3.2 Powierzchnie metaliczne styku grzybków i gniazd zaworowych powinny mieć dokładność wykonania co najmniej Ra = 0,2 μm, jeżeli tyko pozwala na to rodzaj materiału. Tam gdzie zastosowano dodatkowe materiały takie jak micarta i nie zachodzi kontakt metal-na-metal, dopuszczalne jest wykończenie powierzchni wg standardów dostawcy. Gniazda zaworowe powinny nadawać się do naprawy przez docieranie. Nie powinny zawierać sworzni ustalających lub prowadnic grzybka zaworowego. Ciężar najcięższego zespołu zaworowego powinien być podany w ofercie. Przy pracy z wodorem wymagane są platerowane kadmem sprężyny skręcane z drutu fortepianowego.

4.3.3 Wolno stosować wyłącznie frezowane płytki zaworowe.

4.3.4 Preferuje się stosowanie płytek roboczych / pierścieni / grzybków zaworowych wykonanych z tworzyw sztucznych (np. z polieteroeteroketonu PEEK) - aprobata materiału płytek / pierścieni / grzybków przez Grupę LOTOS S.A. jest niezbędna.

4.4 Tłoki i tłoczyska

4.4.1 Nakrętki blokujące mocujące tłoczysko do tłoka i wodzika powinny być dociągnięte według standardów dostawcy, ale jako minimum, procedury dociągania dostawcy muszą zapewniać poziom wstępnego naprężenia dwukrotnie większy od naprężenia roboczego tłoczyska.

4.4.2 Zalecane są tłoki dzielone. Preferuje się tłoki z pierścieniami prowadzącymi. W przypadku tłoków pracujących z gazem bogatym w wodór dopuszcza się jedynie rozwiązanie z pierścieniami prowadzącymi. Konstrukcja i materiał tłokowych pierścieni prowadzących i uszczelniających podlegają aprobacie przedstawicieli Grupy LOTOS S.A.

4.4.3 W przypadku zastosowania równoważących tylnych tłoczysk, wymagane są obudowy z kutej stali, które zatrzymają w sobie tłoczysko w przypadku jego awarii.

4.4.4 Obciążenie tłoczyska sprężarki i/lub sworznia wodzika w dowolnych określonych warunkach nie powinno przekraczać 80% maksymalnej ciągłej (nie szczytowej) wartości znamionowej dostawcy. Obliczenia obciążenia powinny opierać się na ciśnieniu upustowym określonym dla danego stopnia. Obliczenia dla takiego obciążenia powinny uwzględniać zarówno siły bezwładności jak i siły od ciśnienia gazu.

4.4.5 Jeżeli w tłoczonym gazie wyspecyfikowano zawartość siarkowodoru (2 ppm lub więcej), to należy dostarczyć tłoczysko z twardą wykładziną Colmonoy nr 6 minimum 0,5 mm (0,020 cala), chyba że z doświadczenia dostawcy wynika zastosowanie innej kombinacji materiałów.

4.5 Wały korbowe, łożyska i wodziki

4.5.1 Dostawca dostarczy wykres siły stycznej w odniesieniu do kąta obrotu wału korbowego (w oparciu o obciążenie sworznia wodzika).

4.5.2 Wał korbowy powinien mieć przeciwwagi w celu zapewnienia dobrego wyważenia w każdych warunkach roboczych.

4.5.3 Jeżeli podano tak w arkuszu danych, to na skrzyni korbowej powinne być zamontowane przeciwwybuchowe urządzenie zabezpieczające. Jego otwory powinny być skierowane do dołu, z dala od twarzy operatora, a urządzenie szybkozamykające powinno mieć mechanizm przerywania płomienia zapobiegający wtórnemu wybuchowi.

4.5.4 Elementy dystansowe pomiędzy cylindrem a skrzynią korbową:

- Sprężarki gazów toksycznych powinny być wyposażone w elementy dystansowe dwukomorowe z odpowietrzeniem i odwodnieniem i z hermetycznymi pokrywami
- W przypadku sprężarek do gazów zawierających więcej niż 30% wodoru element dystansowy przyległy do skrzyni korbowej powinien mieć wentylowane pokrywy bezpieczeństwa zapobiegające przedostawaniu się gazu do skrzyni korbowej.

4.6 Sprężarki bezolejowe

4.6.1 W przypadku sprężarek bezolejowych musi być zapewnione całkowicie bezolejowe tłoczenie gazu w każdych warunkach.

4.6.2 Ani olej ani mgła olejowa nie mogą dostać się do komór gazu technologicznego w maszynie podczas rozruchu, biegu jałowego, wyłączenia, pracy pod pełnym bądź częściowym obciążeniem.

4.6.3 Bezolejowe cylindry do powietrza powinny być zaprojektowane z prostymi, wydłużonymi elementami dystansowymi typu B.

4.6.4 Uszczelnienia powinny być zaprojektowane w taki sposób, żeby w żadnych okolicznościach czynnik nie mógł przedostać się do obudowy mechanizmu napędowego.

4.6.5 Każda komora powinna być wyposażona w odpowietrzenie i odwodnienie min. 25 mm (1 cal) oraz otwory obsługowe ze szczelnymi pokrywami.

4.7 Dławnice i uszczelnienia

4.7.1 Wszędzie tam, gdzie jest wymagane chłodzenie uszczelnienia dławiki powinny być ze stali nierdzewnej. Do pracy z wodorem należy zapewnić chłodzenie uszczelnienia. Chłodzenie powinno być zapewnione również dla wszystkich uszczelnień z PTFE, chyba że w arkuszu danych podano inaczej lub uzgodniono z Grupą LOTOS S.A.

4.7.2 Przedmuchiwanie azotem.
Jeżeli jest to konieczne i/lub tak podano w arkuszu danych, uszczelnienia tłoczysk powinny być przedmuchiwane azotem.
W tym celu należy zapewnić kompletny układ regulacji ciśnienia dla każdego kompresora, co najmniej z następującym wyposażeniem:

- przyrządy pomiarowe (wskaźnik przepływu, manometr)
- alarm niskiego ciśnienia
- filtr.

4.7.3 Orurowanie wraz z kołnierzami przyłączy od filtra do obudowy uszczelnienia tłoczyska ma być wykonane ze stali nierdzewnej,.

4.7.4 Uszczelnienie tłoczyska:

- uszczelnienie powinno być typu pływającego ze sprężynami pierścieniowymi i z odgazowywaniem
- rury odgazowujące wewnątrz komory dystansowej powinny być wykonane z materiału odpornego na korozję i zaprojektowane na maksymalne ciśnienie robocze cylindra
- uszczelnienie w przypadku cylindrów bezolejowych powinno mieć pierścienie ustalające chłodzone wodą
- uszczelnienie w przypadku cylindrów olejowych powinno być typu dzielonego (segmentowego) ze smarowaniem ciśnieniowym
- ze sprężarką powinno zostać dostarczone urządzenie smarujące wraz z kompletnymi przewodami
- układ smarowania uszczelniającego powinien być zaopatrzony w elektryczną grzałkę oleju z regulacją temperatury.

4.8 Smarowanie korpusu sprężarki

4.8.1 Pompy oleju smarowego umiejscowione na zewnątrz korpusu sprężarki muszą mieć połączenia kołnierzowe dla wlotu i wylotu oleju. Pompy oleju smarnego umiejscowione wewnątrz korpusu sprężarki mogą mieć połączenia gwintowe jeżeli zbyt mała ilość miejsca uniemożliwia zastosowanie kołnierzy.

4.8.2 Chłodnica powinna być typu płaszczowo-rurowego z wodą chłodzącą po stronie rurek, chyba że podano inaczej. Rurki powinny być takie jak określono w arkuszach danych. Dna sitowe, płaszcze i komora powinny być zbudowane ze stali węglowej. Chłodnice powinny mieć zawory odcinające po stronie olejowej.

4.8.3 Należy zastosować filtr pełnego przepływu typu duplex z zaworami sprzężonymi dla zapewnienia ciągłego przepływu. Dokładność filtracji powinna wynosić 10 µm (nominalna) lub mniej, chyba że podano inaczej na arkuszu danych technicznych do zamówienia.

4.8.4 Należy dostarczyć elektryczną grzałkę oleju sterowaną z termostatem.

4.8.5 Wszystkie sprężarki powinny być wyposażone w kontrolny wskaźnik poziomu oleju w skrzyni korbowej z wyraźnie zaznaczonym wymaganym poziomem oleju. Wszystkie sprężarki powinny być wyposażone w odporne na wpływy atmosferyczne, pyłoszczelne pokrywy skrzyń korbowych odpowiednie do warunków klimatycznych podanych w arkuszu danych. Olejowe zawory nadmiarowe lub regulacyjne powinny być zlokalizowane na zewnątrz skrzyni korbowej, tak żeby była możliwość regulacji w czasie pracy sprężarki.

4.9 Smarowanie cylindrów i uszczelnień

4.9.1 Pompa i inne części składowe powinny być zlokalizowane w taki sposób, żeby zachować wygodny dostęp do części składowych układu smarowania korpusu i innego oprzyrządowania sprężarki. Normalnie będzie to oznaczało zamontowanie smarownicy z boku skrzyni korbowej, a nie na niej. Układ smarowania powinien zawierać pompę z filtrem wstępnym, filtr liniowy, wskaźniki sygnalizujące brak przepływu w kolektorze głównym i manometr wypełniony gliceryną pomiędzy pompą a pierwszymi blokami rozdzielającymi.
Należy zapewnić nie mniej niż 2 (dwa) punkty smarowania wewnątrz cylindra w przypadku cylindrów o średnicy do 305 mm (12-calowe). W przypadku cylindrów o średnicy powyżej 305 mm (12-calowe) należy zapewnić nie mniej niż 3 (trzy) punkty smarowania wewnątrz cylindra.

Można wykonać dodatkowe punkty smarowania, jeżeli przewiduje to standard dostawcy lub tak określono w arkuszach danych.

4.9.2 Wszystkie cylindry bezolejowe (ale nie tuleje cylindrowe) powinny być nawiercone i zaślepione do ewentualnego przyszłego smarowania.

4.9.3 Na wypadek awarii smarowania cylindra i uszczelnienia musi być zabezpieczenie składające się z alarmu niskiego ciśnienia lub niskiego przepływu podłączonego do linii tłocznej dodatkowej pompy olejowej cyrkulującej olej przez zbiornik oleju. Linia ssawna dodatkowej pompy powinna być skrócona tak by po spadku poziomu oleju poniżej 70% poziomu napełnienia pompa traciła możliwość ssania.

4.10 Koło zamachowe

Koło zamachowe sprężarki powinno być zaprojektowane tak, że największy stopień nierównomierności biegu w najbardziej niekorzystnym punkcie roboczym przy mocach napędu do 200 kW nie przekracza 1:80, a powyżej 200 kW 1:100.

4.11 Ramy fundamentowe, ramy silników i szyny

4.11.1 Sprężarka i napęd mają być zamontowane na wspólnej ramie i muszą się być dostosowane do montażu na otwartej przestrzeni. Gdyby to nie było możliwe, sprężarka i napęd powinny mieć oddzielne ramy fundamentowe.

4.11.2 Jeżeli w arkuszach danych są podane podstawy silników lub szyny, powinien je dostarczyć dostawca sprężarki.

4.12 Śruby fundamentowe

4.12.1 Śruby fundamentowe powinien dostarczyć dostawca sprężarki, chyba że określono inaczej.

4.12.2 Śruby fundamentowe powinny wystawać na dostateczną długość, żeby można na nie było nakręcić dwie (2) wysokie nakrętki sześciokątne. Rama powinna być mocowana do fundamentu ramowego śrubami pełnoprzelotowymi, które nie muszą być zalewane.
W przypadku fundamentów blokowych należy stosować śruby młoteczkowe (Hammerheaded). Przy projektowaniu śrub fundamentowych należy przestrzegać odpowiednich Standardów Grupy LOTOS S.A.

4.12.3 Dostawca dostarczy podkładki ustalające do postawienia i dokładnego wypoziomowania maszyny w czasie montażu.

4.13 Narzędzia

Sprężarki o mocy 750 kW i większej i/lub 360 obr/min i mniej powinny mieć zintegrowane pneumatyczne tłokowe urządzenia obracające. W układach z jednołożyskowym napędem elektrycznym powinno znajdować się odpowiednie podparcie łożowe wału silnika elektrycznego do celów konserwacji, jeżeli nie podano inaczej w arkuszach danych.

4.14 Materiały

4.14.1 Materiały powinny być takie jak podano w arkuszach danych zgodnie z odpowiednim normami API, ASTM, EN, AISI , specyfikacjami i standardami.

4.14.2 Dostawca odpowiada za dobór materiału, i jego zgodność z określonymi warunkami eksploatacji.

4.14.3 Dostawca może zaoferować opcjonalnie inne materiały, jeżeli z jego doświadczenia wynika, że byłby to wybór bardziej ekonomiczny i bez żadnych negatywnych skutków dla niezawodności i bezpieczeństwa maszyn.

4.14.4 Kiedy wyspecyfikowana jest defektoskopia ultradźwiękowa, procedury i kryteria odbiorcze powinny zostać przedłożone Grupie LOTOS S.A. do zatwierdzenia.

4.14.5 Dodatkowe warstwy (napawane, powlekane itp.) są dozwolone tylko jeżeli są sprawdzone w danym zastosowaniu i za zgodą Grupy LOTOS S.A.

4.14.6 Ogólnie, głowice cylindrów od strony korbowej i od strony przedniej muszą być z tego samego materiału co cylinder. Połączenia spawane na odlewach części ciśnieniowej (cylindrach) powinny być w pełni zbadane rentgenograficznie, wykonane z pełnym przetopem i z wyżarzeniem odprężającym.

4.14.7 Naprawy odlewów metodą spawania i czopowania, czy też jakimikolwiek innymi metodami, mogą być wykonywane tylko za zgodą Grupy LOTOS S.A., uzyskaną na piśmie przed wykonaniem pracy. Propozycja dostawcy sprężarki musi wyraźnie stwierdzać, że naprawiany odlew zachowa zgodność z wymaganiami.

4.14.8 Wszystkie spoiny warsztatowe (spoiny konstrukcyjne i produkcyjne) powinny być wykonywane zgodnie z normami podanymi w arkuszu danych.

4.14.9 Normy wymienione w arkuszach danych dotyczą także kwalifikacji spawaczy i jakości spawania.

4.14.10 Wszystkie ściegi przetopowe rurociągów w układach olejowych powinny być wykonywane w osłonie gazowej. Odnosi się to także do wykonywania rurociągów na placu budowy.
Wszystkie rurociągi w zakresie dostawy podlegają takim samym warunkom prób i kontroli jak orurowanie instalacji technologicznej, niezależnie od tego, czy są wykonywane w warsztacie czy na placu budowy.

4.14.11 Dostawca w ofercie powinien podać wartości udarności dla użytych materiałów.

4.14.12 Jeżeli jest taki wymóg w arkuszach danych, wartości udarności muszą zostać zweryfikowane próbami materiału.

4.14.13 Przy dobieraniu materiałów, gdy w arkuszu danych określono obecność siarkowodoru (2 ppm lub więcej) w gazie, twardość części ze stali węglowej i niskostopowej nie powinna przekraczać HRC 22. Granica plastyczności tych części nie powinna przekraczać 620 N/mm² . Elementy spawane powinny być poddane obróbce cieplnej, tak żeby zarówno spoina jak i strefy wpływu ciepła spełniały powyższe wymaganie ograniczenia twardości. Dozwolonymi wyjątkami od tego wymagania są płytki i sprężyny zaworowe gdzie większa twardość, z posiadanego doświadczenia, jest konieczna.

4.14.14 Dostawca może oferować żeliwo dla ciśnień do 70 bar jeżeli jest to jego standardowa konstrukcja i jeżeli posiada, potwierdzone referencjami, doświadczenie w tych zakresach ciśnienia. To doświadczenie dostawcy powinno być potwierdzone z gazem o ciężarze cząsteczkowym równym lub niższym niż w proponowanym przypadku, a proponowana temperatura robocza nie powinna przekraczać 165°C.
Dla każdej wielkości cylindra z żeliwa sferoidalnego nie należy określać zwiększonego naddatku na naprężenie w stosunku do wykonanych z żeliwa. Obowiązkiem dostawcy jest dostarczenie staliwnych lub stalowych kutych cylindrów kiedy poziomy naprężeń przekraczają poziomy dopuszczalne dla żeliwa. Stosowanie cylindrów stalowych obrabianych mechanicznie jest niedopuszczalne.

4.14.15 Czynności spawalnicze, nie podlegające odrębnym przepisom technicznym, powinny być wykonywane zgodnie z przepisami technicznymi wymienionymi w arkuszu danych technicznych do zamówienia. Wszyscy spawacze i wszystkie procedury mają być kwalifikowane zgodnie z właściwą normą AWS / ISO. Wszystkie procedury spawalnicze powinny być przedłożone do przeglądu, jeżeli nie podano inaczej w arkuszu danych.

4.15 Drgania

4.15.1.1Największa dopuszczalna skuteczna prędkość drgań (Veff) mierzona na końcu cylindra powinna mieścić się w zakresie:

- sprężarki poziome < 8 mm/s
- sprężarki pionowe < 12 mm/s

4.15.2 Dopuszczalna skuteczna prędkość drgań mierzona na skrzyni korbowej nie powinna przekraczać Veff= 4.5 mm/s .

4.15.3 Dostawca sprężarki powinien zwrócić uwagę, aby wzbudzenia drgań (po stronie gazowej lub mechanicznej) mające swoje źródło w maszynie nie powodowały niedopuszczalnie wysokich amplitud drgań i naprężeń w rurociągach.

4.16 Orurowanie i oprzyrządowanie

4.16.1 Ogólne wymagania dotyczące rurociągów

- Przyłącza rurociągów gazowych na ssaniu i tłoczeniu kompresora muszą być typu kołnierzowego. Połączenia gwintowe są niedopuszczalne.
- Króćce wykonane z żeliwa muszą mieć płaskie powierzchnie przylgowe. Powierzchnie przylgowe kołnierzy i owiercenie powinny być zgodne z normami ANSI, jeżeli nie podano inaczej w arkuszach danych.
- Jeżeli normy ANSI wymagają przylgi RF lub RTJ, to grubość przylgi RF lub RTJ powinna zawierać się w całkowitej wymaganej grubości kołnierza.
- Tam gdzie nie można zastosować śrub przelotowych, należy dostarczyć śruby dwustronne (szpilki). Śruby powinny być wykonane ze stali o większej wytrzymałości na rozciąganie od stali zastosowanej na cylindry.
- Rurociągi i zawory do gazu technologicznego powinny być zgodne z właściwą specyfikacją rurociągów Grupy LOTOS S.A. wskazaną w arkuszach danych i dokumentach zamówienia.
- Połaczenia zaciskowe nie są dopuszczalne na przewodach medium roboczego i mediów pomocniczych. Zaleca się stosowanie połączeń metal na metal spawanych uszczelniająco na końcach.

4.16.2 Wymagania dotyczące przewodów wymuszonego smarowania

Należy stosować armaturę zaciskową. Powinna ona być marki Swagelok lub równorzędne zatwierdzone przez Grupę LOTOS S.A.

4.16.3 Wymagania dotyczące rurociągów czynnika chłodzącego

Dostawca powinien dostarczyć zawory i armaturę dla rurociągów wlotowych i wylotowych cieczy chłodzącej do każdego cylindra sprężarki. Jeżeli nie wyspecyfikowano inaczej, dostawca powinien dostarczyć całe orurowanie czynnika chłodzącego. Połączenia wlotowe i wylotowe wody chłodzącej do cylindra mogą być połączeniami gwintowanymi, jakkolwiek konieczne są kołnierze rozłączające dla ułatwienia demontażu cylindrów. Tam gdzie wyspecyfikowane jest chłodzenie bezpośrednie, przewody wody chłodzącej powinny mieć wspólny kolektor i być zakończone kołnierzami. Jeżeli wyspecyfikowane są elastyczne połączenia metalowe, to powinny one być montowane bezpośrednio przy połączeniu wlotowym i wylotowym wody chłodzącej każdego cylindra. Należy zastosować orurowanie, które jest przyjęte w przemyśle jako standard dla określonego przeznaczenia.

4.16.4 Przewody odwadniające i odpowietrzające

- Przewody odgazowujące/odpowietrzające wewnątrz maszyny powinny być projektowane na maksymalne ciśnienie końcowe cylindra i powinny być ze stali nierdzewnej.
- Konstrukcja musi gwarantować bezpieczne odprowadzenie gazu ulatniającego się z uszczelnieniatłoczyska. Musi również zapewniać odprowadzenie gazu bez przekroczenia dopuszczalnego ciśnienia roboczego w przypadku uszkodzenia uszczelnienia.

4.16.5 Zakres dostaw orurowania

Dostawca sprężarki powinien dostarczyć następujące przewody w granicach podanych przez Grupę LOTOS S.A.:

- wewnętrzne rurociągi gazowe z kołnierzami
- rurociągi mediów technicznych (olej, płyn uszczelniający, etc.)
- rurociągi odwadniające
- rurociągi odpowietrzające.

Niezbędne zawory, podparcia rurociągów, podparcia przyrządów kontrolno-pomiarowych i połączeń kołnierzowych (łącznie z połączeniami potrzebnymi do prób wodnych na miejscu montażu) znajdują się w zakresie dostawcy, podobnie jak oprzyrządowanie łącznie z króćcami potrzebnymi do ruchu próbnego na budowie. Wyposażenie to powinno być zaprojektowane w taki sposób, żeby można było zamontować przyrządy pomiarowe w czasie pracy maszyny.
Dostawca powinien zapewnić kołnierzowe zawory odciążające cylindrów na wylocie każdego stopnia. Typ i obliczenie należy przedłożyć Grupie LOTOS S.A. do zatwierdzenia.

4.16.6 Wymagania dotyczące ograniczenia pulsacji i drgań

- Dostawca sprężarki powinien wykonać studium pulsacji ciśnienia, drgań i akustyczne, jeżeli tak określono w arkuszach danych. Granice działki po stronie ssącej i tłocznej sprężarki do obliczeń tłumienia pulsacji powinny zostać ustalone wspólnie przez dostawcę sprężarki i Grupę LOTOS S.A. w czasie negocjacji kontraktowych. Najkorzystniej byłoby, żeby te granice stanowił aparat o dużej pojemności gazowej. Granice powinny zostać przesunięte (w razie potrzeby) aż do punktu gdzie pulsacje nie mają już żadnego wpływu na rurociąg, kiedy stosuje się podejście projektowe 2 lub 3 wg API 618. Grupa LOTOS S.A. dostarczy rysunki izometryczne rurociągów w granicach działki. Te rysunki powinny zostać potwierdzone badaniami i ostatecznie zatwierdzone przez dostawcę sprężarki.
- Dostawca sprężarki jest zobowiązany do ustalenia obciążeń statycznych i dynamicznych (zarówno sił jak i momentów) działających na urządzenie w miejscach przyłączenia rur i ustalenie wartości przemieszczeń związanych z tymi obciążeniami. Jeżeli stałe punkty rur nie znajdują się w granicach dostawy to obliczenia układu rurociągowego powinny zostać przesunięte, tak żeby sięgały do następnych punktów stałych. Grupa LOTOS S.A. dostarczy niezbędne rysunki i izometryki rurociągów na zewnątrz granic dostawy do badania, zgodnie z obopólnym uzgodnieniem.
- Wszelkie proponowane zmiany części składowych instalacji rurociągowej powinny zostać uzgodnione z Grupą LOTOS S.A. przed ukończeniem studium symulacji akustycznej.
- Sprawozdania z symulacyjnych badań akustycznych powinny zostać przekazane Grupie LOTOS S.A. do przeglądu i zatwierdzenia. Sprawozdanie powinno zawierać szczegółowe informacje o poziomach pulsacji dla każdej składowej harmonicznej w każdym punkcie rozważanym w instalacji rurociągowej, naniesionych na liniowej skali amplitudowej w stosunku do wartości granicznych wg API.
- Obliczenia mechaniczne powinny obejmować kryteria odbiorcze, podstawowe dane materiału (grubość/rodzaj) oraz współczynniki spiętrzenia naprężeń.

4.17 Podejścia projektowe

4.17.1 Podejścia projektowe analizy pulsacji ciśnienia powinny być realizowana zgodnie z API 618, jeżeli nie podano inaczej w arkuszu danych.

4.17.2 W przypadku podejścia projektowego 2 lub 3, stosuje się następujące zasady:

- Jeżeli obliczenia pulsacji ciśnienia wskazują, że istniejące wahanie ciśnienia w granicach działki wciąż ma wpływ na przyłączone orurowanie, obliczenie powinno być rozszerzone tak, żeby objęło taki obszar rurociągu, by istniejące pulsacje nie miały wpływu na dalej przyłączone orurowanie. Obliczenie powinno wykazać, że w granicach działki obliczanej instalacji rurociągowej nie powstaje rezonans akustyczny, a częstotliwość drgań własnych orurowania łącznie z przyłączonymi aparatami nie znajduje się w symulacyjnych granicach zakresu prędkości sprężarki i jej prędkości harmonicznych.
- Należy wykazać, że amplitudy całkowite pulsacji z dokonanej oceny nie wpływają szkodliwie na funkcjonowanie zaworów, żywotność zaworów, obciążenie tłoczysk, moment obrotowy wału korbowego lub zwiększenie zużycia mocy. Amplitudy całkowite pulsacji nie powinny w żadnym przypadku przekraczać wartości podanych w odpowiednim ISO (API).
- Tę zasadę należy stosować do całego wyspecyfikowanego zakresu roboczego.
- Rezonanse akustyczne i częstotliwości drgań własnych poszczególnych odcinków rurociągu nie są dopuszczalne w wyspecyfikowanym zakresie prędkości roboczych i jego wzbudzających częstotliwości harmonicznych.

4.17.3 Urządzenia do tłumienia pulsacji - depulsatory

- Urządzenia do tłumienia pulsacji powinny być projektowane, budowane i znakowane zgodnie z odpowiednimi przepisami technicznymi ASME jeżeli nie podano inaczej w arkuszach danych.
- Po ukończeniu studium symulacji akustycznej dostawca sprężarki może zaproponować tłumiki pulsacji o mniejszej objętości gdyby studium wykazało, że w dalszym ciągu będą występować dopuszczalne poziomy pulsacji i naprężeń, zgodnie z API 618.
- Zastosowanie konstrukcji wewnętrznych w tłumikach pulsacji wymaga w każdym przypadku zgody Grupy LOTOS S.A.
- W przypadku zgody na zastosowanie konstrukcji wewnętrznych badanie odpowiedzi mechanicznej powinno obejmować obliczenia statyczne metodą elementów skończonych. Dopuszczalne poziomy naprężeń powinny być zgodne z przepisami technicznymi dla aparatów ciśnieniowych.
- Wytrzymałość na naprężenia rozciągające aparatów ciśnieniowych ma być zgodna z odpowiednimi przepisami technicznymi przyjętymi na projekcie.
- Dla statycznie obciążonych aparatów ciśnieniowych, do których dochodzą też naprężenia (obciążenia) pulsujące i cykliczne obciążenia (obciążanie i odciążanie) (np. depulsatory, separatory wilgoci po stronie ssania i tłoczenia, chłodnica gazu itp.) i które mogą być pobudzane przez sprężarkę, należy wykonać obliczenia dotyczące wytrzymałości zmęczeniowej.
- Dostawca dostarczy układ podpór dla tłumików pulsacji. Połączenia spustowe i ciśnieniowe powinny mieć zawory zgodnie z normami orurowania przyjętymi na projekcie, jeżeli nie podano inaczej w arkuszach danych. Należy zapewnić przyłącza przyrządów do pomiaru ciśnienia i temperatury w każdym króćcu tłumika bezpośrednio przy cylindrze.
- Wykonane ze stali węglowej wewnętrzne powierzchnie tłumików pulsacji i rurociągów gazowych powinny być całkowicie pokryte magnacoat lub zatwierdzoną równorzędną

ochroną. Przed pokryciem warstwą zabezpieczająca (malowaniem) powierzchnia zewnętrzna tłumików pulsacji i rurociągów gazowych muszą być zupełnie czyste, bez zanieczyszczeń, odprysków spawalniczych, produktów korozji takich jak zgorzelina, płatków lub pyłu rdzy, lub jakichkolwiek ciał obcych, które mogłyby uszkodzić układ.

4.17.4 Chłodnice międzystopniowe, chłodnice końcowe, oddzielacze i tłumiki

- Chłodnice międzystopniowe, chłodnice końcowe, oddzielacze i tłumiki powinny być projektowane, budowane i oznaczane zgodnie z odpowiednimi przepisami technicznymi ASME, jeżeli nie podano inaczej w arkuszach danych. Wszystkie chłodnice powinny być zgodne z odpowiednią specyfikacją Grupy LOTOS S.A., i innymi załącznikami do dokumentacji zakupu. Wszystkie przyłącza do chłodnic międzystopniowych i końcowych powinny być kołnierzowe. Jeżeli te przyłącza mają 40 mm (1½ cala) lub mniej, powinno się stosować kołnierze szyjkowe do spawania, a króćce powinny być wzmocnione i usztywnione z czterech stron.
- Na wylocie z każdej chłodnicy powinno być dostarczony osobny zbiornik do zbierania kondensatu, jeżeli w arkuszach danych technicznych nie określono inaczej. Zbiornik kondensatu powinien być zaopatrzony w automatyczne zawory spustowe i połączenia do alarmu wysokiego poziomu i blokady wysokiego poziomu.
- Obliczenia dla wymaganych chłodnic (międzystopniowych, końcowych, obejściowych), oddzielaczy, urządzeń do tłumienia pulsacji i tłumików w zakresie dostawy dostawcy sprężarki powinny być wykonywane dla największego ciśnienia tłoczenia danego stopnia i największego naprężenia pulsacyjnego. W przypadku napędu turbinowego, należy uwzględnić prędkość przy której nastąpi samoczynne wyłączenie, jeżeli nie podano inaczej w arkuszach danych. Dostarczane chłodnice, oddzielacze, tłumiki pulsacji i tłumiki hałasu, mają być projektowane na ciśnienie 1,1 razy większe od ciśnienia zrzutu zaworu bezpieczeństwa.
- Chłodnice międzystopniowe i końcowe sprężarek mediów technologicznych powinny być projektowane zgodnie z TEMA Class R.

4.18 Przyrządy sterownicze i KiA

4.18.1 Postanowienia ogólne

- Zakres dostawy, producent, typ, wykonanie i montaż aparatury kontrolno-pomiarowej, która ma być dostarczona przez dostawcę sprężarki są podane w arkuszach danych lub w specyfikacjach Grupy LOTOS S.A. dotyczących zamówienia.
- Dostawca sprężarki powinien koordynować dostarczaną aparaturę kontrolno-pomiarową napędu oraz innych urządzeń zestawu sprężarkowego.
- Całość aparatury kontrolno-pomiarowej powinna być kompletnie zamontowana i orurowana. Zgodnie z odpowiednią specyfikacją KiA, wymagany jest kolektor powietrza, do którego będą podłączeni użytkownicy aparatury KiA. Wszystkie kable kontrolno-pomiarowe powinny być przyłączone do zamontowanych na ramie skrzynek pośrednich zgodnie ze specyfikacją KiA.
- Wszystkie urządzenia kontrolno-pomiarowe powinny być łatwo dostępne i sztywno podparte. Należy rozważyć konieczność zastosowania wibroizolacji dla całej aparatury i paneli przyrządów montowanych na ramie.
- Wszystkie przyrządy sterownicze i aparatura kontrolno-pomiarowa powinny nadawać się do zamontowania na zewnątrz budynku bez zadaszenia, chyba że określono inaczej w arkuszach danych.

- Cała aparatura kontrolno-pomiarowa powinna być zbudowana z materiałów odpornych na korozję powodowaną przez medium technologiczne, z którym będą lub mogą mieć styczność od wewnątrz, oraz na środowisko otoczenia, na którego działanie są wystawione od zewnątrz.

4.18.2 Wymagania dotyczące dostawy

Zakres dostawy pakietowej KiA dostawcy powinien obejmować, jako minimum, następujące pozycje (patrz także odpowiednie arkusze danych):

- Lokalne tablice instrumentów pomiarowych dla napędu, sprężarki i urządzeń pomocniczych
- Lokalny panel operatora dla całego zespołu sprężarki/napędu i osprzętu
- Dostawa i montaż całej niezbędnej aparatury kontrolno-pomiarowej do monitorowania i sterowania bezpiecznym rozruchem, pracą i wyłączeniem zespołu sprężarka – maszyna napędzająca i urządzeń pomocniczych.
- Przyłączenie powyższej aparatury do skrzynek pośrednich. Wewnątrz skrzynek pośrednich wszystkie zaciski powinny mieć oznaczenia identyfikacyjne.
- Kompletne orurowanie powietrza KiA.
- Aparatura kontrolno-pomiarowa do zamontowania w sterowni jak uzgodniono.

  (Dostawca powinien podać wymiary oraz wymagania dotyczące zasilania szafy /szafki sterowniczej wraz z pełnym opisem i podaniem maksymalnej odległości od zespołu sprężarki wzdłuż trasy kablowej).

4.18.3 Wymagania projektowe

- Dostawca dostarczy pełny projekt KiA, obejmujący całą aparaturę zainstalowaną na maszynie, lokalnym panelu oraz sterowni. Dostarczona dokumentacja musi umożliwić implementację sterowania i zabezpieczeń w DCS i/lub PLC. Dokumentacja musi być zgodna ze specyfikacją Grupy LOTOS S.A. nr 6400.
- Wszystkie nastawy muszą być zatwierdzone przez Grupę LOTOS S.A.

4.19 Sterowanie wydajnością

4.19.1 Pneumatyczne (hydrauliczne) siłowniki odciążające są definiowane w układzie jako urządzenia uruchamiane pneumatycznie (hydraulicznie), z których każde jest wyposażony w manualny przełącznik. Takie przełączniki uruchamiające będą zamontowane na lokalnym panelu sterowniczym sprężarki, albo określonym w arkuszu danych miejscu na ramie sprężarki. Arkusze danych będą też podawały przybliżone wymagane zakresy regulacji. Krokowo zmieniane zakresy regulacji wydajności będą przedmiotem doboru kompresora i końcowego wymiarowania cylindrów. Dostawca powinien sprawdzić działanie sprężarki przy wszystkich określonych zakresach wydajności dla zagwarantowania osiągnięcia zadowalającego działania sprężarki.

4.19.2 Jeżeli wyspecyfikowano kieszenie przestrzeni szkodliwej, to powinny one być typu dwupołożeniowego (kieszeń otwarta albo zamknięta) lub o zmiennej wielkości przestrzeni szkodliwej. Należy dostarczyć zawór odciążający uruchamiany pneumatycznie, jeżeli w arkuszu danych technicznych zostało określone, że sprężarka powinna mieć możliwość automatycznego rozruchu lub powrotu do pracy po chwilowej awarii zasilania. Urządzenia odciążające należy dostarczyć ze wskaźnikami uruchamianymi ruchem zaworu i pokazującymi położenie obciążone lub odciążone. Procedury montażu i wartości momentów dociągających śrub powinny być podane w instrukcji obsługi, żeby nie dopuścić do nieszczelności pracującego zaworu.

4.19.3 Gdy urządzenie jest dostarczane z zaworami odciążającymi lub kieszeniami przestrzeni szkodliwej cylindrów, dostawca musi dostarczyć rysunki i dane dotyczące pokryw zaworów lub kieszeni, żeby

wykazać, że trzpienie nie będą zakleszczać się z powodu wygięcia pokrywy pod wpływem ciśnienia i że są prawidłowo uszczelnione. Procedury konserwacji, montażu i dokręcania powinny zostać przedstawione wraz z rysunkami dostawcy do zatwierdzenia przez Grupę LOTOS S.A. na etapie ofertowym zamówienia.

4.20 Napędy

4.20.1 W zasadzie, przewidywane odchylenia technologiczne będą opisane w arkuszach danych sprężarki. Jednak ustalenie termodynamicznych własności gazów, z jakimi będzie pracowała sprężarka, i ich wpływu na konstrukcję i funkcjonowanie sprężarki jest obowiązkiem wyłącznie dostawcy.

4.20.2 W przypadkach kiedy w skład zestawu wchodzi przekładnia ze sprzęgłem elastycznym, bezwładność części wirujących połączonego zespołu urządzenia napędzającego i sprężarki powinna być wystarczająca do ograniczenia stopnia nierównomierności biegu układu wirującego do 1% obrotów znamionowych przy pełnym i częściowym obciążeniu cylindra (kiedy jest określone odciążenie stopnia). W innych przypadkach stopień nierównomierności biegu nie powinien przekraczać 1.25% znamionowej prędkości obrotowej.

4.20.3 Silnik elektryczny powinien być dostarczony zgodnie z odpowiednimi specyfikacjami Grupy LOTOS S.A. i arkuszami danych silnika.

4.20.4 W przypadku napędów elektrycznych, cały zespół wału powinien być skonstruowany tak, żeby wytrzymywał 3- i/lub 2-fazowe zwarcie zaciskowe i ponowne włączenie po przerwie w zasilaniu itp. Bliższe szczegóły zostaną podane w arkuszach danych.

4.20.5 Napędy w postaci turbin parowych – turbiny parowe ogólnego przeznaczenia i turbiny parowe specjalnego przeznaczenia powinny być zgodne z odpowiednimi specyfikacjami Grupy LOTOS S.A.

4.21 Przekładnie

4.21.1 Należy w miarę możliwości unikać przekładni redukcyjnych.

4.21.2 Jeżeli przekładnie redukcyjne są stosowane, to powinny one być projektowane z uwzględnieniem okresowych zmian momentu obrotowego występujących podczas każdych warunków pracy. W żadnych okolicznościach średnia moc transmisyjna przekładni redukcyjnej w czasie pracy ciągłej nie powinna być mniejsza niż dwukrotna wartość maksymalnej mocy na wale sprężarki. .

4.21.3 Przekładnie pasowe – Jeżeli zostaną zatwierdzone przekładnie pasowe, to należy stosować paski klinowe przewodzące elektryczność statyczną.

4.22 Sprzęgła i osłony

4.22.1 Jeżeli nie określono inaczej, dostawca sprężarki powinien dostarczyć wszystkie sprzęgła i osłony wałów łączących sprężarki, ewentualnej przekładni i napędu. Sprzęgło i warunki dla sprzęgieł powinny być zgodne z odpowiednią normą ISO (API).

4.22.2 W przypadku zespołów bezpośrednio sprzężonych, należy dostarczyć sprzęgła z elementami elastycznymi lub sprzęgło membranowe i dokładnie je wyosiować. Wszystkie sprzęgła powinny mieć ustalone wartości znamionowe dla pracy ciągłej przy znamionowej mocy napędu, łącznie ze współczynnikami uwzględniającymi warunki pracy. W przypadku napędów elektrycznych z łożyskami ślizgowymi, sprzęgła powinny być tak zaprojektowane, żeby ograniczyć ruch osiowy wirnika silnika elektrycznego.

4.22.3 Należy dostarczyć osłony zabezpieczające na wszystkie części ruchome, które mogą stwarzać zagrożenie dla pracowników. Osłony powinny spełniać wymagania odpowiednich przepisów, powinny być wykonane ze stali, łatwo zdejmowane i dostatecznie sztywne, żeby nie uginać się pod

naciskiem oraz zapobiegać otarciom w wyniku fizycznego kontaktu. Osłony sprzęgieł powinny być zaprojektowane na obciążenie pionowe co najmniej 1000N. Jeżeli wymagana jest ochrona przeciwwybuchowa, należy zastosować materiał nieiskrzący. Aluminium jest niedozwolone. Wszystkie osłony powinny być zgodne z wymaganiami ISO (OSHA). Osłony powinny mieć śruby z uchem do podnoszenia.

4.23 Tabliczka znamionowa

4.23.1 W miejscu łatwo dostępnym na sprężarce powinna być na stałe zamocowana tabliczka znamionowa ze stali nierdzewnej zawierająca co najmniej następujące informacje:

- nazwa dostawcy i numer seryjny
- model, wielkość i data produkcji
- numer zamówienia Grupy LOTOS S.A. i numer technologiczny urządzenia
- wydajność znamionowa, m³/h
- znamionowe ciśnienie ssania i tłoczenia dla każdego stopnia sprężania, bar(g)
- wymagana moc przy wydajności znamionowej i znamionowej różnicy ciśnień, kW
- znamionowe obroty sprężarki, obr/min

5 Kontrola techniczna i próby

5.1 Zagadnienia ogólne

5.1.1 Zagadnienia ogólne zostały podane w specyfikacji nr 2400 – Wymagania ogólne dla maszyn i napędów.

5.1.2 Dostawca i jego główni poddostawcy powinni posiadać wdrożony i sprawdzony system zapewnienia jakości. System jakości powinien być zgodny z wymaganiami ISO 9000/9001 lub innej sprawdzonej międzynarodowej normy zapewnienia jakości, która będzie akceptowalna przez Grupę LOTOS S.A.

5.2 Kontrole i próby

5.2.1 Należy przeprowadzić wszystkie próby i kontrole zgodnie z normami dostawcy i według odpowiednich specyfikacji wymienionych w arkuszach danych. Zakres tych prób i kontroli oraz próby dodatkowe określone w arkuszach danych muszą zostać wyszczególnione w Planie Inspekcji i Testów przekazanym do zatwierdzenia przez Grupę LOTOS S.A.

5.2.2 Plan Inspekcji i Testów powinien obrazować każdy punkt kontroli lub prób dla wszystkich urządzeń i powinien zawierać następujące informacje:

- numer identyfikacyjny czynności kontrolnej lub próbnej wskazany na schemacie technologicznym
- metody kontroli
- przywołanie odpowiednich dokumentów (tj. procedur, specyfikacji i rysunków, sterujących daną operacją)
- cechy jakości, które mają być sprawdzone w każdym punkcie kontroli lub próby i kryteria odbioru
- przywołanie i przykłady konkretnych formularzy stosowanych przez dostawcę do dokumentowania wyników każdej kontroli lub próby.

5.2.3 Dostawca powinien wykonać próby sprawdzające i zaświadczyć, że twardość wszystkich części, spoin i stref wpływu ciepła zawiera się w dopuszczalnych granicach. Wybrana metoda wykonywania próby powinna zostać przekazana do Grupy LOTOS S.A. do zatwierdzenia. Grupa LOTOS S.A. powinna mieć dostęp w każdej chwili do programu kontroli jakości w celu jego przeglądu. Grupa LOTOS S.A. zastrzega sobie prawo przeprowadzenia powierzchniowej i wewnętrznej kontroli wszystkich części sprężarki.

5.2.4 Poświadczone kopie wszystkich danych, wyników kontroli i prób należy przekazać Grupie LOTOS S.A., zgodnie z wymaganiami zawartymi w arkuszach danych.

5.2.5 Wszystkie błędy produkcyjne lub odstępstwa mające wpływ na wytrzymałość mechaniczną i/lub funkcjonowanie głównych elementów składowych należy udokumentować, a proponowane metody naprawy przekazać Grupie LOTOS S.A. do zatwierdzenia w ciągu 14 dni od chwili wykrycia błędu lub odstępstwa.

5.2.6 Nie wolno wykonywać żadnej naprawy bez uprzedniego porozumienia z Grupą LOTOS S.A. i współdziałania w oparciu o wspólnie uzgodnioną procedurę. Przedłożenie tych procedur powinno nastąpić w ciągu 30 dni od otrzymania zamówienia, chyba że podano inaczej w arkuszach danych.

5.2.7 Z wyjątkiem przypadków zatwierdzonych przez Grupę LOTOS S.A. wszystkie urządzenia powinny być przedstawione do kontroli w stanie niepomalowanym.

5.2.8 Zatwierdzenie prób i testów fabrycznych nie oznacza rezygnacji z wymagania, aby urządzenie odpowiadało określonym warunkom pracy na instalacji, ani nie zwalnia dostawcy z jego zobowiązań kontraktowych.

5.2.9 Wszystkie części zapasowe podlegają tej samej kontroli i pełnej atestacji co główne urządzenia z zamówienia.

6 Malowanie i powłoki

Zgodnie ze specyfikacją nr 2400 „Wymagania ogólne dla maszyn i napędów”.

7 Dokumentacja

Dokumentacja dostarczana ze sprężarką musi być zgodna z API Std 618. Dokumentacja dla dodatkowego wyposażenia dostarczanego przez Dostawce, która nie jest ujęta w/w normie np. przetwornica częstotliwości, musi być zgodna z wymaganiami Grupy LOTOS S.A. podanymi w odpowiednich specyfikacjach. Jeśli takie specyfikacje nie istnieją, standardowa dokumentacja producenta (poddostawcy) jest akceptowalna.

Dostawca powinien zapewnić, że poniżej wymienione dane/dokumenty zostały uwzględnione w dokumentacji finalnej.

Rysunek gabarytowy

- Ciężar całkowity i najcięższych elementów dla celów remontowych, ciężar wirnika dla maszyn wirujących
- Usytuowanie środka ciężkości dla maszyn o ciężarze przekraczającym 1500 kg.
- Usytuowanie kołnierzy i wymiary kołnierzy, otworów odpowietrzających, drenażowych i innych przyłączy gwintowanych.
- Usytuowanie punktów smarowania.
- Wielkości maksymalnych dopuszczalnych sił i momentów na kołnierzach oraz maksymalne różnice ich położenia między stanem zimnym i gorącym.

- Kierunek obrotów
- Dane dotyczące obciążeń statycznych i dynamicznych fundamentu.
- Tolerancje dla poziomowania płyty fundamentowej na fundamencie.
- Wymiary płyty (ramy) fundamentowej i rozmieszczenie śrub fundamentowych.
- Typ i dane techniczne uszczelnienia tłoczyska
- Typ, wymiary i ilość śrub fundamentowych.
- Typ i dane techniczne napędu.
- Typ sprzęgła, odległość między czołami wałów, długość wstawki dystansowej.
- Typ i dane techniczne przekładni.

Dokumentacja rurociągów

Dokumentacja rurociągów w zakresie dostawy maszyny według wymagań Specyfikacji nr 6100.

Dokumentacja branży kontrolno-pomiarowej i elektrycznej

Dokumentacja branży kontrolno-pomiarowej i elektrycznej powinna zawierać:

- Wykaz aparatury kontrolno-pomiarowej.
- Charakterystyki techniczne aparatury i wielkości nastaw procesowych.
- Schematy elektryczne i układów sterowania i zabezpieczeń.
- Rysunek tablicy sterowniczej
- Rysunki montażowe i wykaz materiałów montażowych
- Instrukcje montażu, obsługi i konserwacji poszczególnych urządzeń.

Dokumentacja techniczno-ruchowa

Dokumentacja techniczno-ruchowa powinna zawierać:

- Charakterystykę techniczną maszyny (ang. data sheet)
- Raport z prób fabrycznych maszyny z krzywymi charakterystycznymi z prób.
- Opis techniczny maszyny.
- Opis techniczny wyposażenia pomocniczego.
- Instrukcja montażu i demontażu.
- Instrukcja obsługi (uruchamianie, regulacja, zatrzymywanie)
- Instrukcja konserwacji i remontów.
- Rysunki przekrojowe maszyny, jej podzespołów i urządzeń pomocniczych z wykazem części wraz z ich materiałami i numerami kodowymi wytwórcy.
- Wielkości minimalnych i maksymalnych luzów dla elementów współpracujących ruchowo.
- Wielkości momentów i sekwencję dokręcania śrub połączeń gwintowanych.

- Wykaz łożysk tocznych z podaniem ich symboli, nazwy producenta, miejsca zabudowy i ilości w pojedynczej maszynie. Dotyczy to również elementów związanych z zabudową łożyska jak katalogowe obudowy łożysk, tuleje łożyskowe itp.
- Maksymalną dopuszczalną temperaturę łożysk
- Dopuszczalny poziom drgań.
- Schematy układów smarowania i chłodzenia.
- Parametry pracy dla układów olejowych (ciśnienie i temperatura)
- Wykaz olejów i smarów z określeniem zalecanych środków smarnych (oznaczenie i nazwa producenta) i ewentualnych zamienników, oraz ich fizycznej i chemicznej charakterystyki, ilości na pierwsze napełnienie (pojemność układu olejowego lub komory smarowniczej), czasu pracy do pierwszej wymiany i częstotliwości wymian, przewidywane zużycie roczne.

Dokumentacja odbiorowa (inspekcyjna)

Dokumentacja odbiorowa powinna zawierać:

Certyfikaty urządzeń w wykonaniu Ex.

- Certyfikaty materiałowe.
- Raporty z obróbki cieplnej
- Raporty z badań nieniszczących
- Raporty z prób ciśnieniowych
- Raporty z prób funkcjonalnych
- Informacja o użytych środkach smarnych

8 Dokumenty związane

8.1 Specyfikacje Grupy LOTOS S.A.

Pozostałe specyfikacje techniczne, wymienione na przekazanym wykazie Specyfikacje Techniczne Grupy LOTOS S.A.

8.2 Normy

Normy i przepisy wyszczególnione poniżej stanowią część niniejszej specyfikacji. Jeśli nie uzgoniono inaczej wiążące jest najnowsze wydanie norm i ich aneksy obowiązujące w dniu podpisania kontraktu:

- API Std 618– Reciprocating Compressors for Petroleum, Chemical and Gas Industry Services
- API Std 613 – Special Purpose Gear Units for Petroleum, Chemical and Gas Industry Services
- API Std 671. – Special-Purpose Couplings for Refinery Service
- API Std 614 – Lubrication, Shaft-Sealing and Control-Oil Systems for Special-Purpose Applications
- API Std 670 – Machinery Protection Systems

- API Std 684 – Tutorial on the API Standard Paragraphs Covering Rotor Dynamics and Balancing: An Introduction to Lateral Critical and Train Torsional Analysis and Rotor Balancing
- API Std 686 – Recommended Practices for Machinery Installation and Installation Design
- ISO 1217 Displacement compressors – Acceptance tests
- TEMA Cl. R – Mechanical Standards, Heat Exchanger
- ASME Code Sect.VIII, Div.1 – Pressure Vessels and Heat Exchanger
- EN ISO 12100 Safety of Machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction
- EN ISO 3744 Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane
- ISO 10816 (applicable part) – Mechanical Vibration-Evaluation of Machine Vibration by Measurement on non-rotating parts
- ISO 21940-32 – Mechanical Vibration - Rotor Balancing; Shaft and Fitment Key Convention
- EN 10204 – Metallic Products-Type of Inspection Documents
- ISO 10474 – Steel and steel products – Inspection documents
- ASTM A435/A435M-90 - Standard Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Steel Plates
- ASTM A578/A578M-07 - Standard Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Rolled Steel Plates for Special Applications
- MSS Standards - MSS-SP-6-2012 Standard Finishes for Contact Faces of Pipe Flanges and Connecting-end Flanges of Valves and Fittings
- EN ISO 3651-2 Determination of resistance to intergranular corrosion of stainless steels – Part 2: Ferritic, austenitic and ferritic-austenitic (duplex) stainless steels – Corrosion test in media containing sulfuric acid

9 Karta zmian

Lp.	Data	Opis zmian	Zmianę wprowadził
		Niniejsza specyfikacja zastępuje w całości poprzedni standard Grupy LOTOS S.A. nr PR 07 245 o tym samym tytule	T. Wójcik
1	30-11-2013 (rev.1)	Przegląd, aktualizacja, ujednolicenie i zmiany standardu w ramach zlecenia OK/990/2012	Redakcja zbiorowa. Koordynacja: T. Wróbel
-	31-08-2015	Korekta nagłówka strony, bez mian w treści dokumentu	T. Wróbel