

Zalecenia do zabudowy i wstępnej obsługi sprężarki

1. ZABUDOWA I NAPĘD SPRĘŻARKI.

Sprężarki powinny być zabudowane w strumieniu powietrza chłodzącego, w miarę możliwości z dala od tych części silnika, które promieniują ciepło. W przypadkach koniecznych należy stosować ekrany termiczne. Wspornik przeznaczony do mocowania sprężarki powinien być elementem sztywnym, gdyż przenosi on siły wynikające z naciągu pasków klinowych napędzających sprężarkę oraz siły bezwładności wynikające z drgań. Przy wykonaniu wspornika z blachy zalecana jest minimalna jej grubość 8 mm. Płaskość powierzchni wspornika, przeznaczonej do mocowania sprężarki, powinna być zachowana z dokładnością 0,1 mm na długości maksymalnego odstępu otworów mocujących. Niezachowanie tego warunku może spowodować odkształcenia wywołujące naprężenia wewnętrzne kadłuba sprężarki, które mogą być przyczyną uszkodzeń kadłuba lub łożyskowania. Śruby mocujące sprężarkę powinny być z grupy wytrzymałościowej 8.8. Dla mocowania sprężarek kołnierzowych pokrywa przekładni zębatej na silniku powinna być dostatecznie sztywna. Przy dużych sprężarkach kołnierzowych 2-cylindrowych lub 1-cylindrowych, ale z zamocowaną na nich pompą hydrauliczną, może być konieczne dodatkowe podparcie.

Sprężarki powinny być zamocowane w ten sposób, aby ich sumaryczne odchylenie od pionu przy pracy ciągłej nie przekraczało wartości dopuszczalnych odchyżeń określonych na rysunkach ofertowych sprężarek. Dla określenia odchylenia sumarycznego należy uwzględnić odchylenie wynikające ze sposobu mocowania sprężarki w stosunku do silnika, odchylenie silnika od pionu oraz wynikające z przeznaczenia, czyli dopuszczalne pochylenia pracy ciągłej pojazdu. Dopuszczalnych odchyżeń sprężarki nie należy przekraczać, ponieważ w sprężarkach z własnym olejem grozi to błędnym wskazaniem na wskaźniku poziomu oleju, a nawet może spowodować nie sięganie wirujących części sprężarki do lustra oleju co zmniejszy lub wykluczy smarowanie rozbryzgowie. W sprężarkach ze smarowaniem obiegowym może to być przyczyną utrudnionego spływu oleju ze sprężarki do miski olejowej silnika, co powodować będzie zwiększone wyrzucanie oleju z powietrzem tłoczonym.

Sprężarka powinna być zamocowana w miejscu możliwie osłoniętym przed kurzem, co jest istotne szczególnie dla trwałości uszczelnienia wału. Należy zapewnić wystarczająco dużą przestrzeń nad sprężarką, aby umożliwić łatwy demontaż głowicy i dostęp do zaworów. Przy sprężarkach z własnym olejem trzeba zapewnić łatwy dostęp do wskaźnika poziomu oleju, do wlewu oleju przy jego uzupełnianiu oraz do spływu oleju przy jego okresowej wymianie.

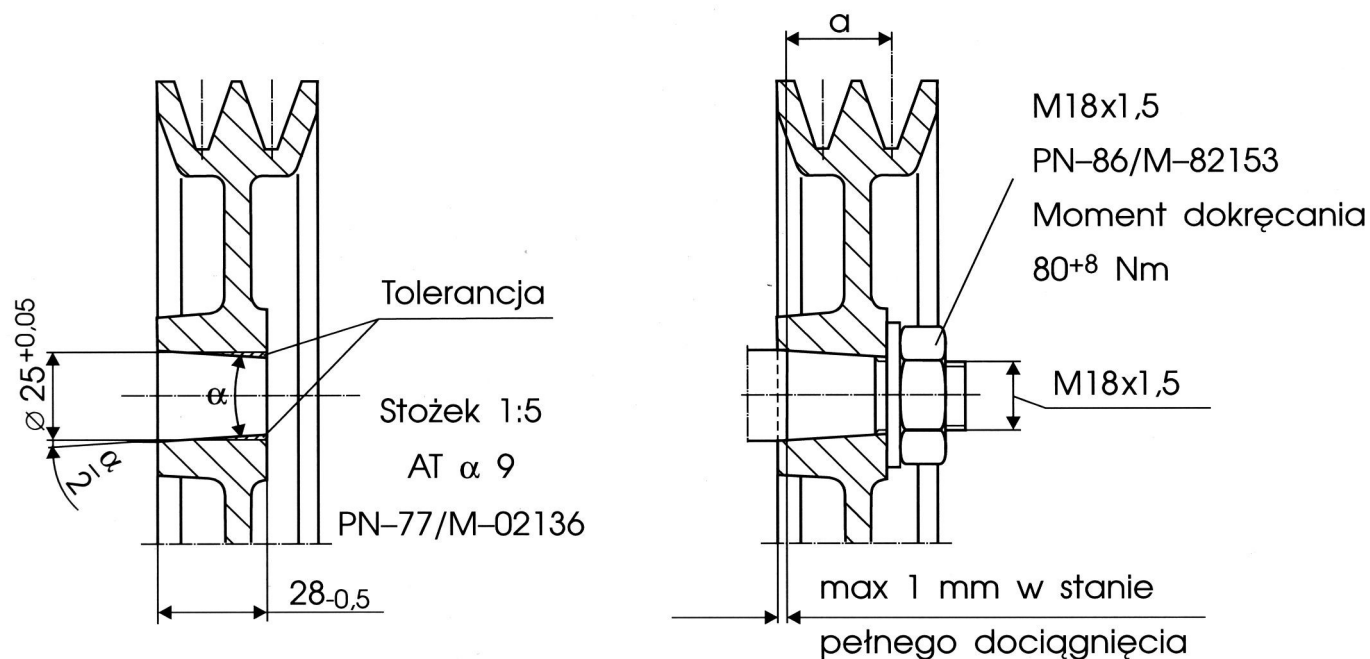
Sprężarki mogą być napędzane kołami zębatymi przy mocowaniu kołnierzowym lub paskami klinowymi przy mocowaniu na podstawie sprężarki. W celu pełnego wykorzystania możliwości sprężarki przełożenie układu napędowego powinno być dobrane w ten sposób, aby sprężarka pracowała z maksymalnymi obrotami pracy ciągłej przy obrotach silnika odpowiadających maksymalnej mocy lub przy maksymalnych obrotach silnika ograniczonych regulatorem obrotów. W przypadku, gdy tak dobrane przełożenie zapewnia wydatek sprężarki znacznie przekraczający potrzeby, a dostępna sprężarka o mniejszej pojemności skokowej nie zapewnia spełniania tych potrzeb, to przełożenie układu napędowego większej sprężarki należy zmniejszyć do poziomu optymalnego dla potrzebnego wydatku. Obniżenie obrotów sprężarki wpływa korzystnie na jej trwałość.

Zaleca się napędzać sprężarkę niezależnie od napędu prądnicy, pompy wtryskowej lub wodnej, ponieważ napęd sprężarki za pośrednictwem pasków klinowych wymaga zastosowania możliwie dużych kątów opasania, co umożliwia ograniczenie naciągu pasków dla przeniesienia wymaganego momentu obrotowego. Ograniczenie naciągu pasków klinowych zwiększy żywotność łożyskowania wału korbowego sprężarki.

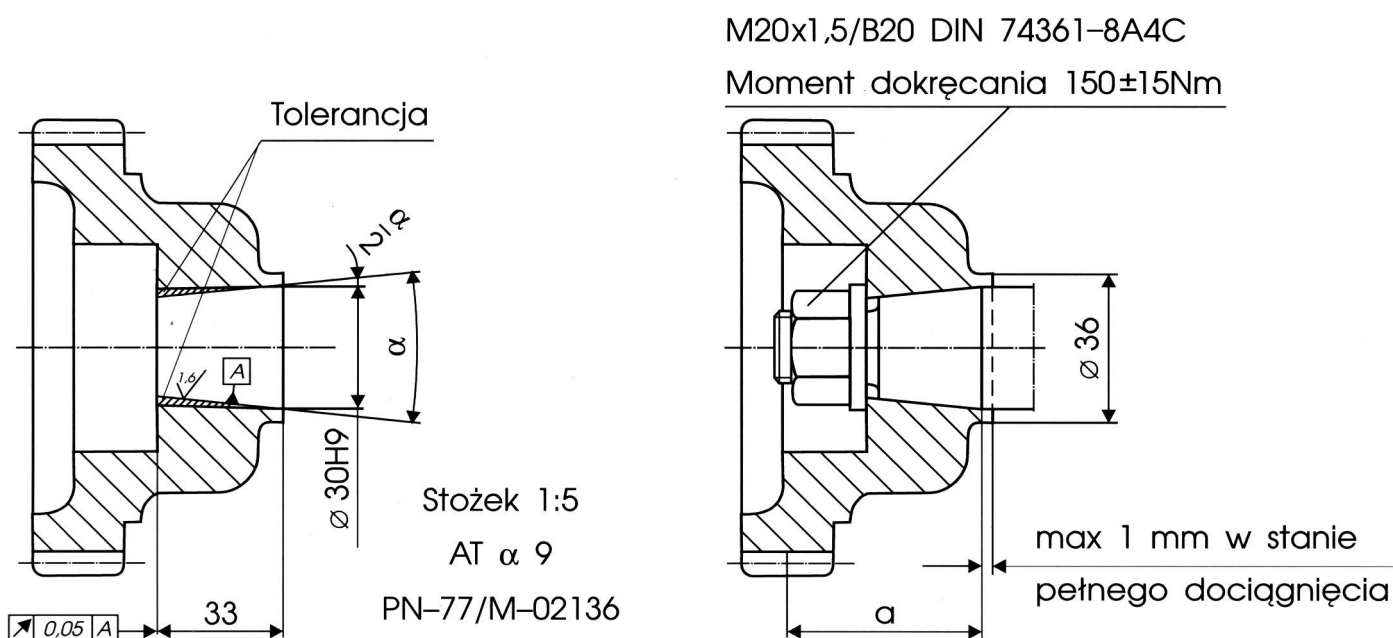
Także dla zwiększenia żywotności łożysk i pasków należy stosować koła pasowe o możliwie dużej średnicy (np. dla pasków o szerokości 12,5 mm \varnothing koła nie może być mniejsze niż 165 mm). Odległość osi kół powinna być nie mniejsza niż 600 mm. Do naciągu pasków należy przewidzieć napinacz lub system przesuwania sprężarki naprężaczem.

Otwory w piastach kół pasowych lub zębatych powinny być wykonane odpowiednio do zaleceń rysunku ofertowego sprężarki. Przykładowe wykonania pokazano na rys. 1 i 2. Odległość $a_{max} = 60$ mm. Wartość „a” jest odległością płaszczyzny symetrii skrajnego paska klinowego lub wieńca zębatego na kole napędowym od płaszczyzny podstawy stożka wału, na którym jest osadzone to koło.

W przypadku zastosowania kilku pasków pracujących równolegle, warunkiem przeniesienia określonego momentu obrotowego jest dobranie pasków dokładnie tej samej długości. Nieznaczne nawet różnice długości lub sprężystości poszczególnych pasków powodują znaczne zmniejszenie momentu obrotowego przenieszonego przez przekładnię.



Rys. 1



Rys. 2

Z tych samych względów uszkodzenie jednego z pasków wymaga wymiany całego zestawu pasków na komplet o dokładnie tej samej długości. Poza tym należy przestrzegać zaleceń producentów stosowanych pasów. Zwykle po pierwszej godzinie pracy należy je ponownie naprężyć.

Dalsze sprawdzenie napięcia pasków klinowych poleca się przeprowadzać co 10 000 ÷ 15 000 km.

Podstawą do obliczeń przekładni pasowej napędu sprężarki powinna być moc wyznaczona ze szczytowej wartości chwilowego momentu napędowego podczas pracy sprężarki przy 500 obr/min i przy ciśnieniu tłoczenia, które wynika z zastosowania sprężarki. Średni pobór mocy podany na rysunkach ofertowych sprężarek nie może być podstawą do obliczeń przekładni pasowych, ponieważ rzeczywisty moment napędowy sprężarki zmienia się w funkcji kąta obrotu wału korbowego w bardzo szerokich granicach, osiągając nawet wartości ujemne.

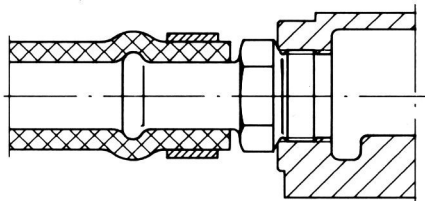
2. UKŁAD SSĄCY

Powietrze zasysane przez sprężarkę powinno być filtrowane. Zasadniczo do filtrowania powietrza powinno się wykorzystywać filtr układu ssącego silnika. W przypadku zastosowania odrębnego filtra należy go usytuować w pojeździe w ten sposób, aby zasysał czyste powietrze bez kurzu, błota i innych zanieczyszczeń. Przewód ssący, który łączy filtr z przyłączem ssącym głowicy powinien posiadać możliwie duży przelot, nie mniejszy niż $\varnothing 15$ mm oraz w miarę możliwości długość nie większą niż 1 m i ukształtowanie jak najbardziej zbliżone do prostoliniowego. Zalecenia te mają zapewnić jak najmniejsze opory zasysania, co bezpośrednio wpływa na wielkość wydatku sprężarki. Przewód ssania sprężarki odgałęziany od filtra silnikowego lub od przewodu łączącego ten filtr z kolektorem ssącym silnika nie powinien być prostopadły, lecz wmontowany pod bardzo małym kątem, możliwie równoległe do kierunku ssania silnika. Odgałęzienie to powinno być usytuowane przed przewodem odpowietrzającym skrzynię korbową silnika i możliwie daleko przed sprężarką doładowania silnika. Najodpowiedniejszym miejscem włączenia przewodu ssącego jest włączenie go bezpośrednio w filtr. Niekorzystne dla pracy sprężarki i jej wydatku jest włączenie króćca ssącego tuż przed turbosprężarką powodującą podciśnienie, pociąga to za sobą słabe napełnienie sprężarki i zmniejszony wydatek. Ponadto takie włączenie króćca ssącego sprzyja zjawisku zwiększonego wyrzucania oleju w powietrzu tłoczonym przez sprężarkę. W przypadku gdyby pożądanym było bardziej skuteczne tłumienie szmerów ssania niż takie jakie zapewnia opisany wyżej układ, należy dodatkowo zastosować zbiornik o pojemności 1 litra włączony w przewód ssący sprężarki.

W przypadku niemożności podłączenia ssania sprężarki do filtra silnika należy zastosować indywidualny filtr powietrza suchy lub z kąpielą olejową (tylko przy małym zapyleniu powietrza). Wielkość filtra musi być dobrana do wielkości sprężarki. Dla osiągnięcia wysokiej sprawności sprężarki przy małym wyrzucaniu oleju z powietrzem tłoczonym należy zapewnić możliwie małe podciśnienie na wejściu do sprężarki.

W czasie całej eksploatacji nie wolno przekraczać podciśnienia 500 mm słupa wody, a przy filtrach ze wskaźnikiem zanieczyszczenia do 600 mm H_2O .

Do uszczelnienia elementów złącznych w przyłączy ssącym głowicy nie należy stosować uszczelki fibrowych, które nie są odporne na działanie wysokiej temperatury. Powinny być tu stosowane uszczelki metalowe, np. aluminiowe wg BN-70/3611-09 lub wg DIN 7603. Dla zmniejszenia sił działających na głowicę sprężarki dołączenia z filtrem stosuje się przewód elastyczny podciśnieniowy. Końcówką ssącą w głowicy powinno być przyłącze proste o przelocie $\varnothing 20 \div 22$ mm z gwintem M26x1.5 lub $\varnothing 16 \div 18$ mm z gwintem M22x1,5, jak pokazuje rys. 3. W przypadku konieczności gięcia rury promień gięcia powinien wynosić minimum 40 mm.



Rys. 3

3. UKŁAD TŁOCZĄCY.

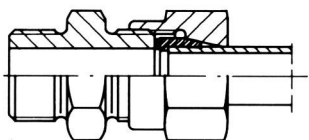
Przewód łączący przyłącze tłoczne głowicy z regulatorem ciśnienia powinien posiadać przelot nie mniejszy niż $\varnothing 15$ i grubość ścianki zapewniającą odpowiednią wytrzymałość przewodu związaną z ciśnieniem zastosowanym w układzie. Długość przewodu tłoczego powinna wynosić 2 do 2,5 m (max 5m). Przewód powinien być poprowadzony z dala od części silnika promieniujących ciepło,

korzystnie jest by na pewnym odcinku przewód tłoczny ukształtowany był w postaci spirali lub pojedynczej pętli, która w miarę możliwości powinna znajdować się w strumieniu chłodzącego powietrza, aby temperatura tłoczonego powietrza w przyłączy wlotowym regulatora ciśnienia nie przekraczała 100°C .

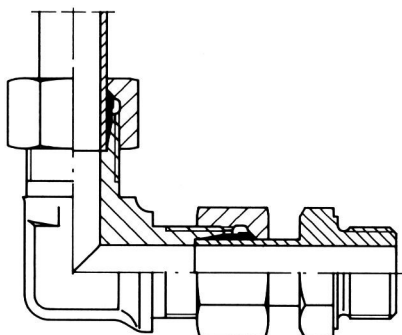
Dopuszczalne spiętrzenie ciśnienia w króćcu tłocznym wynosi max $0,07\text{ MPa}$ przy biegu luzem sprężarki, tzn. przy pracy na wydmuch do atmosfery poprzez regulator ciśnienia. Przewody rurowe muszą być bez naprężeń, całkowicie elastycznie ułożone i zamocowane do silnika obejmami.

W celu ograniczenia intensywności przenoszenia drgań ze sprężarki i silnika na regulator ciśnienia pożądanym jest aby część przewodu tłocznego wykonana była z przewodu elastycznego o odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej i odporności termicznej (np. elastyczny, zbrojony przewód teflonowy).

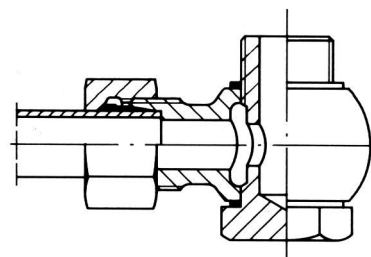
Przewód ciśnieniowy na całej swojej długości powinien być ułożony ze spadkiem od sprężarki do regulatora, tak aby kondensat wodny nie pozostawał w przewodzie oraz by nie służył do sprężarki a do regulatora, skąd cyklicznie jest wyrzucany na zewnątrz układu. Przewód bezpośrednio za sprężarką powinien być możliwie prosty jak na rys 4, albo co najmniej bez ostrych przegięć dla uniknięcia odkładania się nagaru, który zmniejsza przepływ przewodu. Stosowanie kolanek lub ustawnych złączy oczkowych jak na rys. 5 powinno być ograniczone do wyjątkowych przypadków z w/w powodów .



Rys. 4



Rys. 5



Do uszczelnienia elementów złącznych nie należy stosować uszczeltek fibrowych, które nie są odporne na działanie wysokich temperatur. Powinny być tu stosowane uszczelki metalowe np. miedziane lub aluminiowe wg BN-70/3611-09 lub wg DIN 7603.

4. CHŁODZENIE

Sprężarki zarówno z chłodzeniem powietrznym jak i z chłodzeniem wodnym lub olejowym powinny być zabudowane w strumieniu powietrza chłodzącego, wytwarzanego przez wentylator silnika oraz w miarę możliwości w strumieniu powietrza, który powstaje w wyniku ruchu pojazdu.

Intensywność chłodzenia powinna być tak dobrana aby przy maksymalnym obciążeniu sprężarki, wynikającym z warunków jej pracy, temperatura w przewodzie tłocznym, w odległości 50 mm od wylotu głowicy, nie przekraczała 493 K ($+220^{\circ}\text{C}$) w czasie ruchu pojazdu przy temperaturze otoczenia $293\pm 5\text{ K}$ ($20\pm 5^{\circ}\text{C}$). Krótkotrwałe przekroczenia tej temperatury są dopuszczalne przy ładowaniu opróżnionych zbiorników pojazdu.

W zastosowaniach trakcyjnych, przy pracy sprężarki w powietrznych układach pojazdów samochodowych, maksymalne obciążenie sprężarki występuje przy maksymalnych obrotach pracy ciągłej, przy maksymalnej dopuszczalnej nieszczelności układu i przy maksymalnym zużyciu sprężonego powietrza, wynikającym z pracy poszczególnych obwodów układu. Głowica, płyta zaworowa i cylinder sprężarki mogą być chłodzone powietrzem lub cieczą (wodą lub olejem). Intensywność chłodzenia sprężarek z chłodzeniem powietrznym określa się prędkością przepływu strumienia powietrza chłodzącego i temperaturą otoczenia. Prędkość przepływu powinna być mierzona bezpośrednio przy głowicy sprężarki (w zakresie do 100 mm od zewnętrznych obrysów żeber).

Pożądana średnia szybkość przepływu powietrza chłodzącego zależy od wielkości sprężarki określonej pojemnością skokową V_H :

Dla $V_H \leq 160 \text{ cm}^3$ - 4 m/s przy ciśnieniu tłoczenia $p \leq 0,8 \text{ MPa}$
- 6 m/s przy ciśnieniu tłoczenia $p > 0,8 \text{ MPa}$

Dla $V_H > 160 \text{ cm}^3$ - 6 m/s niezależnie od ciśnienia tłoczenia.

Intensywność chłodzenia sprężarek z chłodzeniem wodnym określa się wydatkiem wody chłodzącej i jej temperaturą na wlocie do sprężarki.

Pożądana ilość wody chłodzącej $v \geq 4 \text{ dm}^3/\text{min}$, a temperatura tej wody na wejściu do sprężarki powinna być $\leq 85 \text{ }^\circ\text{C}$. Jeżeli ta temperatura jest wyższa, należy w układzie wodnym wytworzyć nadciśnienie dla zmniejszenia wytwarzania pary. Maksymalne dopuszczalne nadciśnienie w przestrzeniach chłodzących głowicy i płyty wynosi 0,1 MPa. Należy zwracać uwagę na właściwe odpowietrzenie przestrzeni chłodzących. Głowica sprężarki nie powinna być najwyższym punktem układu chłodzącego. Przy chłodzeniu olejowym przepływ powinien wynosić $\geq 6 \text{ dm}^3/\text{min}$ przy temperaturze oleju chłodzącego $\leq 120 \text{ }^\circ\text{C}$ na wejściu do głowicy sprężarki.

5. SMAROWANIE

Dla poszczególnych typów sprężarek stosuje się następujące rodzaje smarowania:

- smarowanie rozbryzgowe z ręcznym uzupełnianiem oleju w skrzyni korbowej (w literaturze niemieckiej oznaczane literami TH);
- smarowanie rozbryzgowe z doprowadzeniem oleju pod ciśnieniem od silnika (TD);
- smarowanie obiegowe (własna pompa olejowa) z ręcznym uzupełnianiem oleju w skrzyni korbowej lub w dodatkowym zbiorniku oleju (UH);
- smarowanie obiegowe (obiegowo-rozbryzgowe) z doprowadzeniem oleju pod ciśnieniem od silnika (UD).

Olejami stosowanymi do smarowania sprężarek są oleje silnikowe w gatunkach przewidzianych do smarowania silników, z którymi współpracują poszczególne sprężarki.

Sprężarki ze smarowaniem rodzaju a) i c) należy napełniać olejem silnikowym wybranym spośród tych, które zwykle są stosowane do smarowania silników wysokoprężnych.

Jakość oleju wg klasyfikacji API klasy CC albo CD o lepkości:

- SAE 40 dla temperatury otoczenia 0 do $+60 \text{ }^\circ\text{C}$,
- SAE 30 dla temperatury otoczenia -5 do $+50 \text{ }^\circ\text{C}$,
- SAE 20 dla temperatury otoczenia -15 do $+40 \text{ }^\circ\text{C}$,
- SAE 10 dla temperatury otoczenia -25 do $+30 \text{ }^\circ\text{C}$,

Ilość wlanego do sprężarki oleju i poziom jaki musi być utrzymany w czasie eksploatacji powinny być zgodne z wytycznymi katalogowymi. Poziom oleju powinien być sprawdzany i uzupełniany codziennie na pojeździe stojącym na poziomej płaszczyźnie. Pierwszą wymianę oleju na świeży należy wykonać po 1000 km przebiegu albo po 20 h pracy sprężarki. Następne wymiany powinny być cykliczne co każde 25 000 km lub co 500 h pracy sprężarki. Po pierwszej wymianie oleju należy sprawdzić w sprężarce wszystkie śruby i nakrętki mocujące, a w razie potrzeby dociągnąć je momentem zalecanym w instrukcji obsługi. Dotyczy to także elementów złącznych przewodów tłoczonego powietrza, płynu chłodzącego sprężarkę i oleju smarującego w sprężarkach rodzaju b), c) i d). Sprężarki rodzaju b) i d) powinny być połączone z układem ciśnieniowego smarowania silnika przewodem olejowym wykonanym z rury bez szwu $\varnothing 6 \times 1$.

Olej smarujący musi być przefiltrowany, a jego temperatura nie powinna przekraczać $120 \text{ }^\circ\text{C}$ na wejściu do sprężarki. Ciśnienie oleju przy roboczych obrotach silnika powinno mieścić się w granicach $0,3 \pm 0,2 \text{ MPa}$. Przy obrotach biegu jałowego rozgrzanego silnika dopuszcza się spadek ciśnienia do minimum 0,06 MPa pod warunkiem, że przy wzrastającej prędkości obrotowej ciśnienie także, niezwłocznie wzrośnie. Sprężarki smarowane z układu olejowego silnika muszą mieć zapewniony prawidłowy spływ oleju w każdych warunkach pracy pojazdu. Dlatego przewód łączący dno skrzyni korbowej sprężarki z miską olejową silnika powinien mieć przelot min $\varnothing 15 \text{ mm}$ na całej długości, a w miarę możliwości jeszcze większy i stałe pochylenie w kierunku od sprężarki do silnika. Wejście do miski olejowej silnika musi być ponad lustrem poziomu oleju silnikowego, a spływ oleju nie zakłócony przez jakiegokolwiek wirujące elementy, np. koła zębate czy wykorbienia wału silnika. Nadciśnienie w skrzyni korbowej silnika nie powinno przekraczać 150 mm H_2O .

Spełnienie tych zaleceń ma zapewnić dostateczne odpowietrzenie skrzyni korbowej sprężarki, co bezpośrednio wpływa na ilość oleju przedostającego się nad tłok sprężarki i następnie wydmuchiwanego do układu wraz z powietrzem tłoczonym.