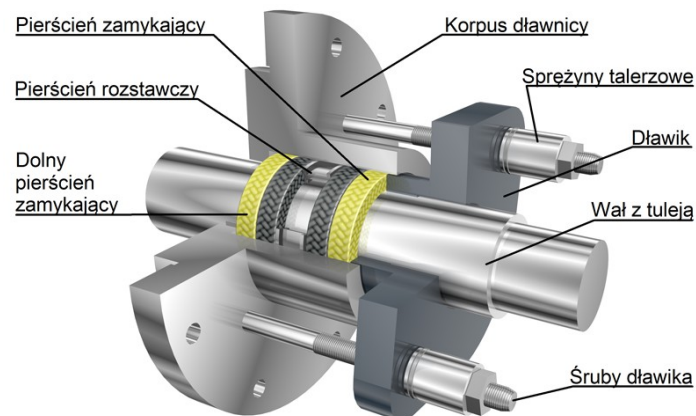


# INSTRUKCJA MONTAŻU SZCZELIWA

(Русская версия и English version on [www.sinograf.com](http://www.sinograf.com))

Dławnice ze szczelivem miękkim są tradycyjnym i nadal podstawowym sposobem uszczelnienia urządzeń przemysłowych w ruchu obrotowym. Cechuje je prosta budowa, niski koszt wykonania, łatwość montażu i demontażu oraz minimalne ryzyko nagłej awarii. Użytkownicy mają samodzielną możliwość doboru odpowiedniego materiału uszczelniającego i optymalizacji rozwiązań w zależności od ciśnienia, temperatury i rodzaju czynnika roboczego w układzie przepływu. Mimo pozornie przestarzałej idei, plecione szczelivka sznurowe mają wiele zalet, gdyż w większości przypadków, użycie takiego uszczelnienia jest stopniowo sygnalizowane, urządzenia z powiększającym się przeciekiem mogą nadal pracować, obsługa może łatwo przewidzieć konieczność i termin wymiany szczelivka, operacja wymiany jest szybka a czas przestoju urządzenia krótki. Szczelivko do wymiany zwykle znajduje się we własnym magazynie lub może zostać szybko dostarczone. Ponadto, dzięki zastosowaniu wysokosprężnych materiałów na bazie grafitu, PTFE, aramidu i włókien węglowych, diametralnie wzrosła trwałość tych uszczelnień, które obecnie mogą dorównywać trwałości uszczelnieniom mechanicznym, natomiast wciąż przewyższają je pod względem ekonomicznym. Trwałość uszczelnień sznurowych jest tym większa, że w nowoczesnych rozwiązaniach dławnic pomp stosuje się systemy ochrony uszczelnienia, polegające na zastosowaniu pierścienia rozstawczego i podaniu medium przepływającego do środka pakietu uszczelniającego co odciąża uszczelnienie i zapobiega penetracji cząstek stałych. Bardziej zaawansowane rozwiązania polegają na zastosowaniu dodatkowo odrzutnika cząstek stałych, autonomicznego systemu cieczy zaporowej, smarującej, przepłukiwania, chłodzenia lub niekiedy systemu podgrzewania uszczelnienia.



## 1. Względny bezpieczeństwa.

Same szczelivka nie zawierają komponentów, które mogłyby szkodliwie oddziaływać na zdrowie lub środowisko w warunkach prawidłowego użytkowania. Jednak zawsze podczas montażu należy zachować właściwe środki bezpieczeństwa, odpowiednie dla obsługi danego urządzenia. Przed przystąpieniem do montażu szczelivka należy urządzenie zatrzymać, odłączyć z sieci, usunąć ciśnienie z układu roboczego, zamknąć zawory, upewnić się czy żadne ruchome elementy nie będą zagrażać operatorowi. Jeżeli urządzenie pracuje z substancjami niebezpiecznymi, układ powinien być wcześniej przepłukany a operator powinien stosować odpowiednie środki ochrony osobistej.

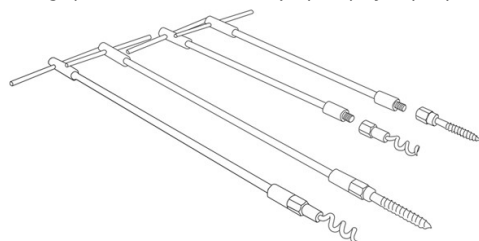
W przypadku odpadów i zużytych elementów uszczelnień miękkich, należy wziąć pod uwagę, że tworzą one polimerowe w tym PTFE, aramid, silikon i większość elastomerów są odporne na biodegradację i mogą długo zalegać w środowisku naturalnym. Dlatego z tego rodzaju odpadów należy postępować ostrożnie, po demontażu należy je zutylizować lub przekazać do recyklingu u dostawcy uszczelnień. W żadnym

wypadku nie można ich spalać lub podgrzewać powyżej 300 °C. Pod wpływem wysokiej temperatury mogą wydzielać dioksyny, furany, związki fluoru i inne szkodliwe opary. Dotyczy to również materiałów z pozoru bezpiecznych, na bazie włókien roślinnych lub grafitu ekspandowanego, które mimo iż są wykonane z bezpiecznych, naturalnych materiałów, zazwyczaj są nasycone różnego rodzaju impregnatami, a ponadto mogą zawierać szkodliwe związki przechwycone z medium roboczego.

## 2. Usuwanie zużytego szczelivka.

Podczas usuwania zużytego szczelivka należy zachować ostrożność tak by nie zarysować lub w inny sposób nie doprowadzić do uszkodzenia powierzchni dławnicy. W przypadku gdy pracujemy z czystym i bezpiecznym medium, po

popuszczeniu dławika zużyty pakunek, zostanie łatwo wypchnięty za pomocą ciśnienia w instalacji. W innych przypadkach należy użyć specjalnych ekstraktorów z końcówką w kształcie korkociągu. Ekstraktory wkreca się przynajmniej w dwóch przeciwległych miejscach starego pakunku, tak by nie nastąpiło zakleszczenie, następnie równomiernie wyciąga się zużyte pierścienie. Zarówno przy demontażu jak i zakładaniu nowego pakietu szczelivka zaleca się użycie specjalistycznych



narzędzi co ułatwia pracę, minimalizuje ryzyko, oszczędza czas i koszty. Dławnica powinna być oczyszczona z korozji i skrzystalizowanych pozostałości medium. Wał ewentualnie tuleja wału powinna mieć czystą, gładką powierzchnię bez nagarów, wyszczerbień czy zarysowań, wszelkie nierówności i rysy mogą prowadzić do znacznie szybszego zużycia się szczelivka. W skrajnym wypadku należy napawać i szlifować wał lub wymienić tuleję. Nowsze rozwiązania dławnic przewidują tuleję ochronną wału o wysokiej twardości, która może zostać wymieniona lub wielokrotnie przeszlifowana.

## 3. Sprawdzenie stanu dławnicy.

Jakość i stan powierzchni współpracujących dynamicznie ze szczelivem ma istotny wpływ na szybkość zużycia się uszczelnienia. Ponieważ rozwiązania dławnic bez tulei ochronnej wału są już rzadko spotykane, pod pojęciem "wału" będziemy rozumieli zarówno wał jak i wał wyposażony w tuleję. Wymagania w stosunku do wału są podobne jak w łożyskach ślizgowych, tzn. chropowatość na poziomie dokładnego szlifowania  $Ra \leq 0,63$ . Chropowatość pozostałych elementów styku ze szczelivem nie ma większego znaczenia, wystarczy jakość powierzchni na poziomie dokładnej obróbki wykończeniowej skrawaniem  $Ra \leq 5$ . By uniknąć nadmiernego ścierania wału, należy zapewnić odpowiednią twardość powierzchni na poziomie 60 HRC. Dla uszczelnień o niskim współczynniku tarcia, jak sznury wykonane z PTFE wymagania te są niższe a dla grafitu elastycznego minimalna twardość w ogóle nie jest wymagana, gdyż wał pokrywa się filmem grafitowym a tarcie z powierzchni wału przechodzi w tarcie laminarne wewnątrz grafitu podobnie jak w smarach. Jednakże, każdy rodzaj szczelivka może chłoniąc cząstki ściernie z przepływającego medium i w ten sposób pośrednio ścierać wał.

Szerokość szczeliny pomiędzy wałem a obudową nie powinna przekraczać zakładanych norm, a przynajmniej wartości 0,5 mm. W przypadku szczególnie wysłużonych urządzeń, gdzie wartość ta może być przekroczona można zastosować pierścienie zamykające ze szczelivka o dużej wytrzymałości mechanicznej lub szczelivko wzmocnione naronnie karbonem albo aramidem. Bicie wału powinno utrzymywać się w normie i nie przekraczać 0,1 mm lub 1/100 szerokości szczelivka.

## 4. Ogólne zasady doboru szczelivki.

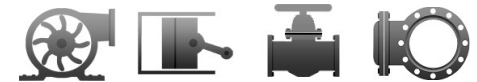
Zagadnienia związane z doбором szczelivka dla określonych warunków pracy, możemy podzielić na dwie grupy. Pierwszą stanowią parametry, co do których podchodzimy w sposób arbitralny, jak: rodzaj medium i stopień jego agresywności pH, zakres temperatur pracy i właściwy rozmiar. Należy wziąć pod uwagę fakt, że niektóre media mogą reagować ewentualnie rozpuszczać komponenty szczelivka. Kryteria te należy ściśle przestrzegać, w przeciwnym razie uszczelnienie ulegnie zniszczeniu lub bardzo szybkiemu zużyciu.

Dobierając szczelivko w zakresie wytrzymałości temperaturowej należy pamiętać że, dopuszczalna temperatura pracy nie jest równoważna z temperaturą medium. Dławnica na skutek tarcia pracuje w wyższej temperaturze niż medium, a zatem należy przyjąć zapas na poziomie przynajmniej 50 °C. W przypadku gdy występuje wysokie ciśnienie lub duża prędkość obrotowa, ewentualnie gdy dławnica pracuje na niedostatecznym przecieku, dystans temperatury powinien być jeszcze większy.

Drugą grupę stanowią parametry w znacznym stopniu relatywne, takie jak ciśnienie, prędkość liniowa oraz rodzaj aplikacji. Ta grupa parametrów różnicuje szczelivka, przede wszystkim, pod względem wytrzymałości i zasadniczo nie warunkuje dopuszczalnych zakresów stosowania. Struktura materiału uszczelnienia sznurowych nie ulega zniszczeniu pod wpływem tylko jednego z tych czynników, dopiero ich kompleksowe działanie powoduje zużycie. Dlatego w ocenie

przydatności materiału do uszczelnień dławnicowych dobrze jest posługiwać się współczynnikiem obciążenia dynamicznego - pV. Jest to iloczyn prędkości liniowej wału i ciśnienia, które mogą jednocześnie działać na szczelivko nie powodując jego nadmiernego zużycia. Wysoka wartość współczynnika pV jest wynikiem wysokiej wytrzymałości mechanicznej szczelivka, dobrego przewodzenia ciepła i niskiego tarcia oraz wskazuje podatność na szybkość zużycia się różnych rodzajów szczelivka w podobnych warunkach pracy.

Kolejnym kryterium, które decyduje o doborze szczelivka jest rodzaj aplikacji. W tym przypadku należy wziąć pod uwagę specyficzne warunki pracy urządzeń, jak: wysoka prędkość wału w pompach wirowych, duża powierzchnia tarcia w pompach tłokowych, wysokie ciśnienie w zaworach lub duże naprężenia promieniowe w mikserach. Dla większości szczelivki określa się graniczne parametry pracy dla określonego typu aplikacji, np. maksymalne ciśnienie w pompach wirowych, w ruchu posuwisto-zwrotnym, w zaworach i w warunkach statycznych.



Z tym kryterium wiążą się również wymagania sanitarne wobec materiału szczelivka. W przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i kosmetycznym większość instalacji musi spełniać wysokie wymagania jakościowe narzucone przez normy i dyrektywy, w tym rozporządzenie Komisji Europejskiej (WE) NR 10/2011 w sprawie norm sanitarnych dla materiałów przeznaczonych do kontaktu z żywnością. W takich przypadkach powinno się stosować materiały, które zostały przebadane w zakresie migracji do płynów modelowych i posiadają Atest Jakości Zdrowotnej 10/2011. Można się kierować świadectwami PZH, FDA dla rynku amerykańskiego lub podobnymi ale nie są to kryteria wystarczające do spełnienia aktualnie obowiązujących przepisów na rynku EU.

## 5. Przygotowanie pierścieni.

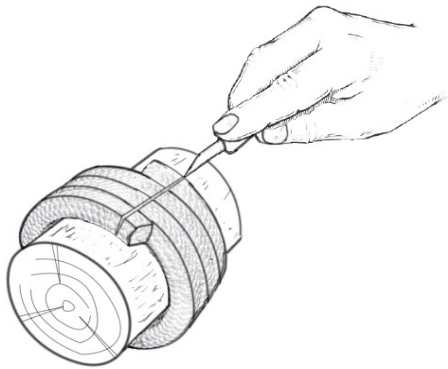
Rozmiar szczelivka powinien być tak dobrany by po uformowaniu pierścienia można go było swobodnie wprowadzić do przestrzeni roboczej dławicy a jednocześnie aby nie pozostawić zbyt dużego luzu. Z reguły producenci urządzeń podają rozmiar szczelivka i jego wymaganą ilość do przeprowadzenia wymiany. Można to również łatwo określić przez bezpośredni pomiar szczeliny roboczej dławicy lub pomiar średnic wału oraz wewnętrznej średnicy komory dławicy. Połowa różnicy tych średnic jest rozmiarem szczeliny. Ostateczny wymiar szczelivka powinien uwzględniać zapas na skręt i lekki luz montażowy, generalnie 10-20% grubości, ale wartość ta zależy w dużej mierze od rodzaju szczelivka i umiejętności monterów. Większość szczelivki produkuje się w typszeregach rozmiarów od 4x4mm do 30x30mm z postępowo około 20%, daje to wystarczającą możliwość dopasowania rozmiaru ze względu na dobrą elastyczność. Zawsze w przypadku wątpliwości należy wybrać rozmiar niższy w typszeregach, gdyż dużo łatwiej jest skompensować nadmierny luz montażowy przez dociśnięcie dławika niż naprawić uszkodzenia montażowe źle dopasowanych pierścieni.

W celu dokładniejszego dopasowania profilu szczelivka można je lekko rozwałkować walcowatym narzędziem bez szkody dla jego właściwości, nawet jeżeli profil przyjmie kształt lekko prostokątny. Szczelivka na bazie włókien aramidowych i karbonowych dobrze jest rozwałkować w kształt lekko trapezoidalny, tak by po zwinięciu w pierścienie i zamontowaniu skręt szczelivka skompensował trapez i wyrównał profil. Spowoduje to większy spręż na obwodzie i likwidację wolnych przestrzeni pomiędzy krząkami szczelivka a co najważniejsze spowoduje odciążenie powierzchni wału. Taki montaż zmniejsza zużycie wału, ułatwia utrzymanie filmu smarującego na wale i w konsekwencji przedłuża żywotność uszczelnienia.

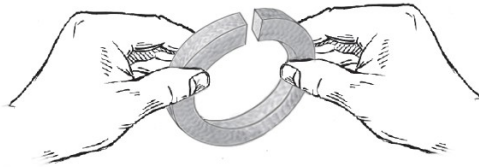
Przycinanie pierścieni szczeliwa można przeprowadzić na kilka sposobów:

- owijając sznur na wałek o średnicy zbliżonej do wymaganej,
- przez użycie przyrządu z suwakiem i skalą obliczeniową,
- metodą przycinania odcinków o długości wyznaczonej na podstawie obliczeń teoretycznych.

Niestety ta ostatnia metoda jest trudna i najbardziej zawodna, gdyż długość odcinka nie wynika z prostego wzoru a ponadto należy uwzględnić czynnik związany z kompresją szczeliwa po skręcie, która różni się w zależności od materiału i struktury szczeliwa. Niezawodną metodą jest nawinięcie szczeliwa na wałek którego średnicę łatwo dopasować do wymaganej średnicy przez nawinięcie arkusza tektury lub giętkiego tworzywa. Wałek powinien być nieco większy od właściwej średnicy wału tak by pierścienie przycinać w lekkim nad-wymiarze i w konsekwencji luz montażowy wypadł pomiędzy wałem a pakunkiem. Szczeliwo na wałku można łatwo rozciąć zarówno pod kątem prostym jak i skośnie. Rozcięcie pod kątem 45° ma znaczenie dla uzyskania lepszej szczelności zamka na pierścieniu, co jest zalecane w zaworach. Niestety cięcie pod kątem prostym po zwinięciu pierścienia nie prowadzi do utworzenia dokładnego styku powierzchni zamka. Aby temu zaradzić, po oznaczeniu miejsca rozcięcia i zdjęciu szczeliwa z wałka, należy poszczególne odcinki przycinać pod lekkim skosem z obydwu stron. W zależności od struktury szczeliwa i średnicy wałka, dla uzyskania właściwego skosu, należy odchylić cięcie o około 10° do 20° w stosunku do kąta prostego.



Jednak najszybszą i bardzo precyzyjną metodą przygotowania odcinków jest użycie przyrządu z suwakiem i skalą obliczeniową. Przyrząd wyznacza długość odcinków na zasadzie suwaka obliczeniowego, uwzględnia średnicę wału i rozmiar szczeliwa, wyznacza miejsce cięcia z uwzględnieniem skosu na dokładne zestawienie zamka. Cięcie szczeliwa należy wykonać ostrym nożem z bezpieczną rękojeścią, jednym zdecydowanym pociągnięciem. Nóż należy okresowo ostrzyć w celu uzyskania odpowiedniej jakości końcówek pierścieni, co ma wpływ na ich szczelność. Wiele szczeliw zawiera twarde włókna lub zbrojenia metalowe a niektóre z nich wykonane są z włókien aramidowych używanych również na tkaniny balistyczne. Z tych powodów ich cięcie jest niezwykle trudne a zwykle narzędzia szybko się tępią. Idealnym rozwiązaniem tego problemu może być użycie gilotynowej przycinarki do szczeliwa, która nie tylko umożliwia łatwe i precyzyjne cięcie każdego rodzaju szczeliwa ale jednocześnie odmierza długość odcinków i wyznacza właściwy kąt rozcięcia.



## 6. Montaż pierścieni.

Prawidłowo docięty odcinek szczeliwa należy zwinąć w pierścień, tak by oba jego końce się dopasowały i utworzyły szczelny zamek bez wolnej przestrzeni. W pierwszej kolejności należy wprowadzać połączenie pierścienia do komory, a następnie delikatnie wsunąć pozostałą część. Należy upewnić się, iż pierścien jest prawidłowo osadzony poprzez popchnięcie go przy pomocy dławika lub specjalnego narzędzia w postaci rulonu z miękkiego tworzywa. Stały opór i stopień zagłębienia narzędzia dociskowego potwierdza prawidłowe osadzenie się pierścienia. Zamki poszczególnych pierścieni należy każdorazowo przesunąć o pewien kąt, tak aby rozłożyć je równomiernie w całej przestrzeni i zniwelować powstanie słabych miejsc pakunku. Dla zapewnienia prawidłowego prowadzenia dławika, po założeniu ostatniego pierścienia powinno pozostać miejsce o wysokości, co najmniej połowy grubości szczeliwa.

Pierścienie powinny być tak ułożone by w większym stopniu przylegać do komory dławnicy pozostawiając lekki luz na styku z wałem. Ma to na celu skierowanie większego parcia na zewnętrzną ścianę komory dławnicy i odciążenie wału w fazie rozruchu. Pozwala to na łatwiejsze wytworzenie się filmu cieczowego i zmniejszenie tarcia na wale oraz zapobieganie ryzyku obracania się całego pakunku. Uszczelnienie ostateczne dopasuje się i uformuje podczas rozruchu i wstępnego sprężenia całego pakunku.



## 7. Uruchomienie i regulacja dławika.

Po umieszczeniu wszystkich pierścieni w komorze założyć dławik, lekko dokręcić śruby. Po zwolnieniu zaworów odcinających i zalaniu uruchomić pompę. W pierwszej fazie po uruchomieniu pakunek powinien umożliwiać ciągły wyciek pompowanego medium. W tym czasie następuje wzrost objętości szczeliwa wskutek absorpcji medium. W efekcie uzyskuje się wstępne samodoczelnienie przez zagęszczenie

szczeliwa i wytworzenie stopniowego docisku w szczelinie wału. Dla prawidłowej pracy uszczelnienia wyciek jest niezbędny, jeżeli zostanie przerwany, należy poluzować dławik tak aby wyciek powrócił.

Po godzinie należy stopniowo i równomiernie docisnąć dławik. Dociąganie śrub dławika przeprowadza się stopniowo w kilkuminutowych odstępach czasu, stale utrzymując kropłowanie. Czynność powtarzać do czasu osiągnięcia wycieku na poziomie nie mniejszym jak 60 kropli na minutę, ale uzyskana wartość wycieku może być dużej mierze zależna od rodzaju medium, ciśnienia, temperatury, bicia wałka oraz rodzaju użytego szczeliwa. Temperatura dławnicy nie może przy tym nienaturalnie wzrosnąć, dopuszcza się maksymalny wzrost o 50 °C ponad temperaturę medium, w przeciwnym wypadku należy pompę zatrzymać, dławik popuścić a proces rozruchu powtórzyć.

Jeżeli dławnica wyposażona jest z system cieczy zaporowej, chłodzącej lub środka smarującego, co jest coraz częstszą praktyką producentów pomp mediów zabrudzonych, niebezpiecznych lub pomp pracujących w trybie zasysania, należy usunąć wszelkie zanieczyszczenia z kanałów i przewodów doprowadzających oraz sprawdzić ich drożność. Pakunek powinien zawierać specjalny pierścien rozstawczy, zwykle pomiędzy 2 lub 3 krążkami szczeliwa, umieszczony tak by zapewnić swobodny przepływ czynnika z otworu doprowadzającego w korpusie dławnicy. Ciśnienie cieczy zaporowej tylko nieznacznie przekracza ciśnienie medium i wszelkie zabrudzenia łatwo mogą doprowadzić do zatkania kanałów. Pierścien przepłukujący musi utrzymać pewien dystans oraz drożność kanału pomiędzy dwoma częściami pakunku, jeżeli jest wadliwy lub nadmiernie zużyty należy go wymienić.

W całym okresie eksploatacji szczeliwa należy kontrolować wyciek - kropłowanie i dokonywać bieżącej regulacji. Szczególną uwagę należy zwrócić w przypadku zmiany parametrów pracy pompy, jeżeli ciśnienie ulegnie spadkowi może dojść do przerwania kropłowania i nagłego wzrostu temperatury szczeliwa co w konsekwencji prowadzi do zapiecenia się i uszkodzenia pakunku. Całkowite zużycie pakunku w jednym cyklu eksploatacji nie powinno przekroczyć 50% jego początkowej wysokości. W takim stopniu zużyty pakunek należy wymienić. Nie zaleca się dokładania nowych pierścieni celem wydłużenia żywotności. Szczeliwo bowiem wyrządza najwięcej szkód w końcowym okresie eksploatacji, gdy jego struktura jest zdegenerowana i zawiera w sobie dużo cząstek stałych i produktów zużycia wychwyconych z medium.

## 8. Montaż szczeliwa w zaworach.

Wymagania wobec stopnia szczelności dławnicy są wyższe w uszczelnieniach stosowanych w armaturze przemysłowej. W tym przypadku oczekuje się prawie całkowitej szczelności, gdzie w pompach celowo dopuszcza się ograniczony przeciek. Ruchomy element węzła uszczelniającego armatury wykonuje stosunkowo powolny ruch obrotowy względnie poosiowy i ze względu na niewielką energię tarcia, można stosować znacznie większe dociski dławika, a w konsekwencji, praktycznie bezwyciekową pracę uszczelnienia. Jednocześnie jednak zwiększone naciski wraz ze znacznymi niekiedy szczelinami między wrzecionem a obudową dławnicy mogą powodować wyciskanie szczeliwa przez tę szczelinę. Dlatego też pakiety uszczelniające używane w zaworach powinny mieć bardziej zwartą strukturę lub specjalne zbrojenie metalowe.

W armaturze energetycznej ciśnienie pary może dochodzić do 300 barów przy temperaturze 650 °C. Tak wysokie parametry robocze zawężają zakres stosowanych materiałów do uszczelnień grafitowo-metalowych, których montaż wymaga nieco odmiennej procedury. W celu prawidłowego zainstalowania uszczelnienia w zaworach energetycznych należy przygotować i osadzić w komorze dławnicowej odpowiednio przycięte pierścienie, podobnie jak ma to

miejsce w pompach z tym, że cięcie skośnie zapewnia lepszą szczelność zamków na pierścieniach. W pierwszej fazie docisnąć dławik aż do momentu wyciecia wyraźnego oporu, w tym czasie należy jednocześnie odkręcić wrzeciono zaworu tak by określić możliwość regulacji zaworu. Szczeliwo grafitowe o początkowej gęstości 1,1g/cm<sup>3</sup> powinno zostać sprężone przynajmniej do gęstości 1,4 g/cm<sup>3</sup>, dlatego po wypełnieniu komory należy docisnąć dławik i sprężyć pakunek do 70% jego pierwotnej objętości ewentualnie można dołożyć 1 lub 2 pierścienie szczeliwa i czynność sprężania powtórzyć. Spręż do poziomu 70% pierwotnej wysokości pakunku uwzględnia luz montażowy na poziomie 10%, który wynika z różnicy pomiędzy wymiarem szczeliwa a rzeczywistym rozmiarem szczeliny roboczej dławnicy, jeżeli luz jest większy spręż musi być również większy, np. przy luzie montażowym 20%, wymagany spręż wzrasta do 60%. Jeżeli dławnica zaworu jest oryginalnie wyposażona w sprężyny talerzowe, właściwy docisk dławnicy powinien być osiągnięty po zamknięciu się sprężyn. Na pierścienie zamykające dobrze jest zastosować krążki ze szczeliwa kompozytowego, opłatanego siatką metalową HTR lub z włókna węglowego. Po zainstalowaniu zaworu na linii technologicznej należy skontrolować wyciek, a po upływie jednej doby eksploatacji dociągnąć dławik nawet, gdy wyciek nie występuje.

Częstą praktyką jest stosowanie gotowych pakietów z pierścieni preformowanych GDR z elastycznego grafitu o gęstości 1,4 - 1,6 g/cm<sup>3</sup>. W takim przypadku nie ma konieczności przeprowadzania sprężania wstępnego uszczelnienia a należy tylko po zamontowaniu pakietu pierścieni docisnąć dławik z właściwą siłą określoną przez producenta zaworu lub wywieraną przez sprężyny talerzowe. Ogólnie uszczelnienie grafitowe w zaworze wymaga nacisku z rzędu 60 do 120 N/mm<sup>2</sup> i łatwo można oszacować naciąg śrub dzieląc tą wartość przez pole przekroju poziomego pierścienia uszczelniającego.

Pierścienie z grafitu elastycznego można również wykonać samemu z taśmy grafitowej (najlepiej jeśli będzie to taśma karbowana), którą po nawinięciu na wrzeciono zaworu trzeba sprężyć przy pomocy dławika do gęstości powyżej 1,4 g/cm<sup>3</sup>. Gęstość taką taśma grafitowa uzyskuje po wywarciu i zwolnieniu nacisku 30 - 50 N/mm<sup>2</sup>. Ilość użytej taśmy do jednego pierścienia należy tak dobrać by po uformowaniu pierścieni uzyskała przekrój kwadratowy.

W przypadku uszczelniania zaworów niskiego ciśnienia, armatury wodno-gazowych, różnego rodzaju zasuw i urządzeń wodno-kanalizacyjnych, wszędzie gdzie nie występują aż tak ekstremalne warunki pracy jak w armaturze energetycznej, można stosować więcej rodzajów materiałów uszczelniających. Wielu dostawców stosuje klasyfikację na szczeliwa zaworowe i szczeliwa pompowe ale w przypadku tych uszczelnień można przyjąć, że każde szczeliwo pompowe może również pracować jako zaworowe, generalnym kryterium doboru jest ciśnienie, temperatura i odporność na określone medium. Uszczelnienia armatury niskiego ciśnienia również pracują bezwyciekowo ale pakiet uszczelniający nie wymaga wstępnego sprężenia tak jak w przypadku grafitu elastycznego. Przy rozruchu należy tak dociągnąć dławik by wyciek zatrzymać całkowicie a następnie, po pewnym czasie, powtórnie dociągnąć śruby by uzyskać pewien zapas docisku.

W przypadku armatury zawsze należy stosować dużo większe naciski dławika niż w pompach, ogólnie rzecz biorąc jest to 2 a nawet 3 krotność ciśnienia medium. W praktyce wiadomo, iż większa siła docisku daje pewniejsze uszczelnienie bez potrzeby regulacji w dłuższym czasie ale niestety uszczelnienie w takich warunkach szybciej się zużywa. Aspekty te w dużej mierze zależą od rodzaju szczeliwa i kwalifikacji obsługi. Doświadczenie służb serwisowych i znajomość specyfiki urządzeń z którymi mają oni do czynienia jest nieoceniona w dobrej praktyce montażu uszczelnień i nie zdola ich zastąpić nawet najbardziej szczegółowa instrukcja.