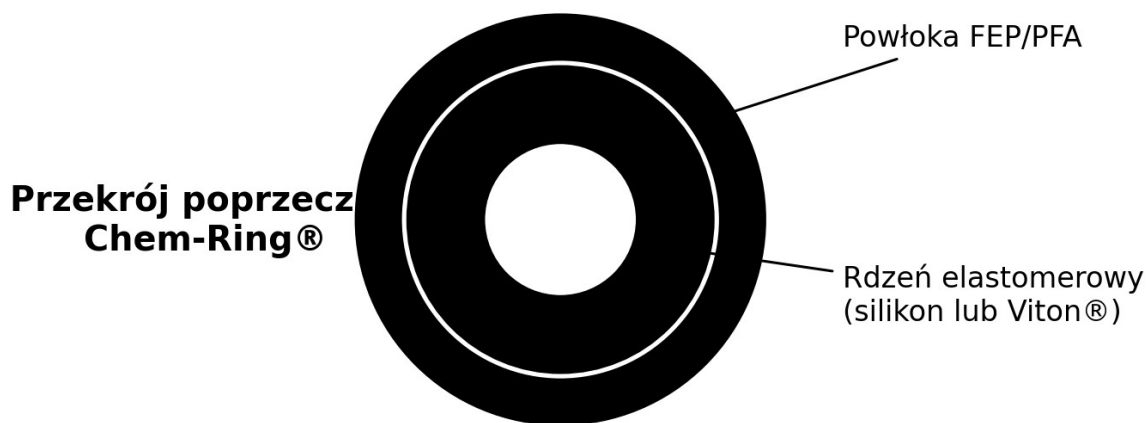


VULCAN® CHEM-RING®

O-ringi i uszczelnienia z powłoką FEP/PFA

Kompendium wiedzy technicznej w języku polskim



Zakres opracowania

Materiał opracowano na podstawie 12-stronicowego katalogu Vulcan Chem-Ring® dotyczącego O-ringów i uszczelnień z powłoką FEP/PFA. Zestawiono konstrukcję, dobór materiału, temperatury, odporność chemiczną, montaż, projektowanie rowków, jakość i gamę KAMLOCK®.

Wersja polska • opracowanie techniczne • lipiec 2026

Spis treści

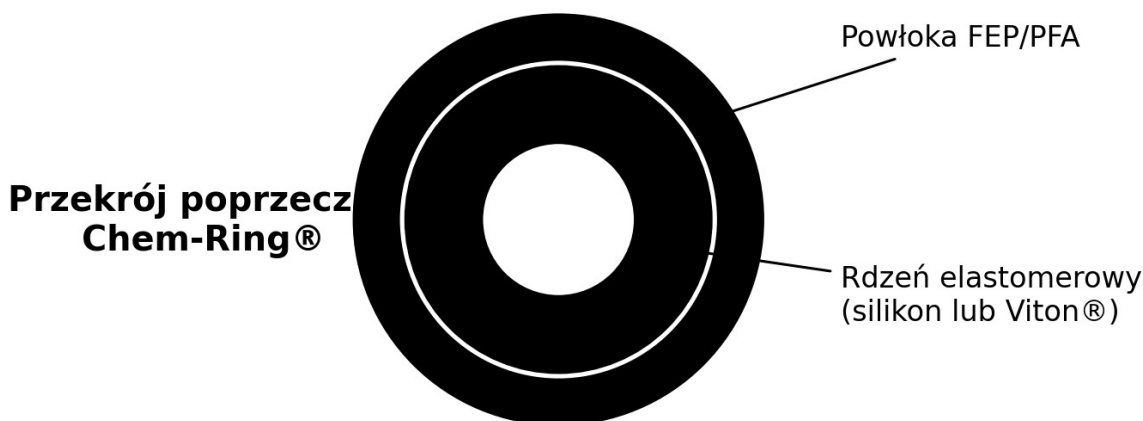
1. Istota i budowa Chem-Ring®	3
2. Najważniejsze zalety i ograniczenia	4
3. Dobór FEP czy PFA oraz rodzaju rdzenia	5
4. Zakresy temperatur i twardość	6
5. Kształty przekroju, wymiary i grubość powłoki	7
6. Projektowanie, rowki i szczeliny przeciwwyciskowe	9
7. Montaż i eksploatacja	10
8. Odporność chemiczna, przenikanie gazów i absorpcja	11
9. Zastosowania i branże	13
10. Jakość, normy i kontrola produkcji	14
11. Uszczelnienia KAMLOCK®	15
12. Skrócona karta doboru	16

Ważne

Wartości w tym opracowaniu odzwierciedlają treść katalogu źródłowego. Dla konkretnej aplikacji należy zweryfikować aktualną kartę danych, zgodność chemiczną, tolerancje rowka, ciśnienie, temperaturę, przenikanie medium i warunki dynamiczne.

1. Istota i budowa Chem-Ring®

Chem-Ring® łączy elastyczność i zdolność docisku elastomeru z wysoką odpornością chemiczną fluoropolimerów. Rdzeń z silikonu lub Viton® jest całkowicie zamknięty w cienkiej, jednorodnej powłoce FEP albo PFA.



Jak działa

- Powłoka FEP/PFA tworzy gładką, nieprzywierającą i chemicznie odporną barierę oddzielającą medium od elastomeru.
- Rdzeń elastomerowy działa jak element energizujący: sprężyste dociska powłokę do powierzchni uszczelnianych i kompensuje niewielkie ruchy oraz zmiany obciążenia.
- Nacisk przyłożony do pierścienia rozchodzi się w uszczelnieniu podobnie jak w bardzo lepkim płynie, co pomaga utrzymać kontakt na obwodzie.
- Powłoka jest wykonywana jako ciągła, bez wyczuwalnego łączenia, które mogłoby ograniczać trwałość lub szczelność.

Budowa materiałowa

Element	Dostępne warianty	Rola
Powłoka	FEP lub PFA	Odporność chemiczna, niski współczynnik tarcia, czystość powierzchni
Rdzeń pełny	Silikon lub Viton®	Sprężystość, docisk, stabilność mechaniczna
Rdzeń pusty	Silikon	Niższa twardość i mniejsza siła potrzebna do ściśnięcia
Przekrój	Okrągły, kwadratowy, prostokątny	Dopasowanie do rowka i charakteru połączenia

2. Najważniejsze zalety i ograniczenia

Korzyści

- Bardzo wysoka odporność chemiczna i korozyjna.
- Szeroki zakres temperatur pracy.
- Dobra praca przy podwyższonych ciśnieniach, pod warunkiem właściwego rowka i szczeliny.
- Powierzchnia nieprzywierająca, samosmarna i o niskim tarcu.
- Lepsza odporność na trwałe odkształcenie niż wiele konwencjonalnych elastomerów.
- Możliwość zastąpienia drogich perfluoroelastomerów, gdy Kalrez® nie jest wymagany.
- Łatwiejszy montaż i stabilniejszy docisk niż w przypadku litych pierścieni PTFE.
- Możliwość stosowania w aplikacjach wymagających czystości i zgodności z FDA.

Kiedy rozważyć zamianę standardowego O-ringu

- atak chemiczny lub pęcznienie elastomeru
- utrata sprężystości i nadmierne odkształcenie trwałe
- przenikanie gazu przez standardowy materiał
- problemy z tarciem powierzchniowym, np. przy ruchu posuwisto-zwrotnym
- ryzyko zanieczyszczenia produktu lub wymóg higieniczny
- trudny demontaż i zimny płynięcie litego PTFE

Ograniczenie konstrukcyjne

Powłoka fluoropolimerowa nie zachowuje się jak miękka guma. Nie należy ostro zaginać pierścienia, przeciągać go nadmiernie ani montować przez ostre krawędzie. W gazach agresywnych trzeba rozważyć przenikanie przez powłokę, nawet gdy sam FEP/PFA nie jest chemicznie atakowany.

3. Dobór FEP czy PFA oraz rodzaju rdzenia

Kryterium	FEP	PFA
Typowa temperatura ciągła	-60 do +205°C	-60 do +260°C
Temperatura chwilowa	do +260°C	do +300°C
Odporność chemiczna	Bardzo wysoka	Bardzo wysoka
Kiedy wybierać	Większość aplikacji poniżej ok. 200°C	Stała praca w wyższej temperaturze lub większy zapas cieplny
Uwagi	Zwykle wariant podstawowy	Wyższa odporność cieplna

Rdzeń: silikon, Viton® czy pusty silikon

Rdzeń	Średnia twardość	Charakterystyka doborowa
Pełny silikon	85-90 Shore A	Dobra sprężystość; zalecane rozciąganie montażowe maks. ok. 20%
Pełny Viton®	90-95 Shore A	Twardszy, wyższy docisk; zalecane rozciąganie montażowe maks. ok. 7%
Pusty silikon	75-80 Shore A	Łatwiejsze ściśnięcie; przydatny, gdy wymagany jest mniejszy nacisk montażowy

Praktyczna reguła

Najpierw dobiera się powłokę do temperatury i medium, a następnie rdzeń do wymaganej sprężystości, nacisku, geometrii rowka i sposobu montażu. Sam dobór chemiczny powłoki nie wystarcza do zatwierdzenia aplikacji.

4. Zakresy temperatur i twardość

Wariant	Temperatura ciągła	Temperatura chwilowa
FEP / silikon	-60 do +205°C	do +260°C
FEP / Viton®	-60 do +205°C	do +260°C
PFA / silikon	-60 do +260°C	do +300°C
PFA / Viton®	-60 do +260°C	do +300°C

Katalog wskazuje, że dzięki rdzeniowi silikonowemu lub Viton® elastyczność jest utrzymywana do około 205°C, natomiast maksymalna temperatura całego rozwiązania zależy od rodzaju powłoki i konfiguracji rdzenia. Granice chwilowe nie powinny być traktowane jako temperatura pracy ciągłej.

Nie projektuj wyłącznie na temperaturę maksymalną

Wysoka temperatura może przyspieszyć przenikanie gazu, pogorszyć odporność na wybrane skoncentrowane chemikalia i zwiększyć wymagania wobec rowka. Należy analizować łącznie temperaturę, czas, stężenie, ciśnienie i charakter medium.

5. Kształty przekroju, wymiary i grubość powłoki

Kształty przekroju

Przekrój	Typowe zastosowanie	Uwagi
Okrągły	Standardowe rowki O-ringowe; większość zastosowań	Pod wpływem nacisku spłaszcza się i tworzy powierzchnię uszczelniającą
Kwadratowy	Specjalne przypadki wymagające większej powierzchni styku	Może pracować w rowku jak dla O-ringa o tym samym wymiarze, lecz z mniejszym zgniotem
Prostokątny	Szybkozłącza węży, m.in. KAMLOCK®	Ograniczony zakres konstrukcji; dobór wg wymiarów złącza

Grubość powłoki wg średnicy przekroju

Średnica przekroju [mm]	Nominalna grubość FEP/PFA [mm]
1,78	0,203
2,00	0,203
2,40	0,254
2,62	0,254
3,00	0,254
3,53	0,305
4,00	0,305
5,00	0,381
5,33	0,508
5,70	0,508
6,99	0,508
8,00	0,508
8,40	0,508
9,50	0,508
10,00	0,508
12,00	0,762
18,00	0,762
20,00	0,762

Minimalna średnica wewnętrzna - wybrane wartości

Przekrój [mm]	Min. ID - produkt standardowy [mm]	Min. ID - produkt specjalny [mm]
1,50-2,50	16	5,31-6,00
2,62	18	6,00
3,00-3,53	22-24	8,89-12,30
3,80-4,00	32	18
4,30-5,33	35-37	18-20
5,50-6,00	48-53	20-27
6,30-7,00	55-60	27-37,46
7,50-8,00	75-85	50,80-60
8,40-10,00	105-125	50,80-74
11,00-12,70	135-170	70-102
14,00-20,00	250-370	130-203,20

Znaczenie minimalnej średnicy

Dolną granicę wyznacza możliwość nałożenia powłoki bez skręcenia. Wymiary specjalne mają zwykle dłuższy termin wykonania i wyższą cenę. Katalog zaleca sprawdzenie aktualnej karty technicznej przed zamówieniem.

6. Projektowanie, rowki i szczeliny przeciwwyciskowe

Chem-Ring® jest przeznaczony do stosowania w standardowych rowkach O-ringowych, o ile geometria obudowy, luz promieniowy i warunki nacisku są właściwe.

Zalecany zgniot

Rodzaj pracy	Zalecany zgniot
Statyczna	15-22%
Dynamiczna	10-15%

Pneumatyczna	8-10%
--------------	-------

Maksymalna szczelina promieniowa zapobiegająca wyciskaniu

Ciśnienie [psi]	Pusty silikon [mm]	FEP/PFA + silikon [mm]	FEP/PFA + Viton® [mm]
100	0,279	0,381	0,457
250	0,254	0,355	0,406
500	0,228	0,304	0,355
750	0,203	0,254	0,304
1000	0,152	0,228	0,279
1500	0,101	0,152	0,228
2000	0,076	0,127	0,152
3000	0,025	0,076	0,101

Interpretacja tabeli

Im wyższe ciśnienie, tym mniejsza dopuszczalna szczelina. Dane są wartościami projektowymi z katalogu i nie zastępują sprawdzenia aktualnych wytycznych dla konkretnej średnicy, temperatury i ruchu.

7. Montaż i eksploatacja

1. Wszystkie powierzchnie kontaktowe muszą być gładkie, bez ostrych krawędzi, zadziorów i głębokich rys. Katalog rekomenduje wykończenie około 30 µin w otworze i 15 µin na wale.
2. Posmaruj pierścień oraz wszystkie powierzchnie styku świeżym, zgodnym z medium olejem lub smarem montażowym.
3. Gdy montaż na wale jest trudny, można zanurzyć pierścień na kilka minut w gorącej wodzie, aby czasowo zwiększyć elastyczność. Montaż należy zakończyć przed ostygnięciem.
4. Nie rozciągaj nadmiernie: dla rdzenia silikonowego zalecane maksimum wynosi około 20%, a dla rdzenia Viton® około 7%.
5. Nie zaginaj mocno i nie załamuj powłoki FEP/PFA. Skręcenie lub fałda mogą uszkodzić warstwę ochronną albo utrudnić prawidłowe ułożenie w rowku.
6. Po montażu sprawdź, czy pierścień nie jest skręcony, nacięty i czy równomiernie spoczywa w rowku.

Najczęstsze błędy

- przeciąganie przez gwint lub ostrą krawędź bez tulei montażowej
- dobór zbyt małego promienia lub zbyt wąskiego rowka
- brak smarowania podczas montażu
- nadmierne rozciąganie pierścienia
- stosowanie jako typowego miękkiego O-ringa dynamicznego bez analizy tarcia i ugięcia
- pomijanie przenikania gazów w długotrwałej pracy

8. Odporność chemiczna, przenikanie gazów i absorpcja

FEP i PFA są odporne na bardzo szerokie spektrum chemikaliów. Katalog wskazuje, że praktyczniej jest wymienić wyjątki niż substancje zgodne.

Najważniejsze wyjątki i zastrzeżenia

- Powłoki nie są odporne na stopione metale alkaliczne, fluor oraz niektóre reaktywne związki halogenowe, np. trifluorek chloru.
- W pobliżu górnej granicy temperatury mogą wystąpić reakcje z wysokimi stężeniami wybranych substancji, w tym silnymi zasadami, wodorokami metali, niektórymi aminami i iminami.
- Katalog odnotowuje powolny atak utleniający przez 70% kwas azotowy pod ciśnieniem w około 250°C.
- W nietypowo silnie utleniających lub redukujących warunkach wymagane są próby aplikacyjne.

Przenikanie gazów

Każde tworzywo termoplastyczne wykazuje pewną przepuszczalność gazów. FEP/PFA mają znacznie niższą przepuszczalność niż wiele innych tworzyw, lecz agresywny gaz może z czasem przeniknąć do rdzenia elastomerowego. W efekcie rdzeń może ulec degradacji mimo braku widocznego ataku chemicznego na powłokę.

Przykładowe media wymienione jako zgodne

Grupa	Przykłady z katalogu
Kwasy	octowy, solny, fluorowodorowy stężony, siarkowy, fosforowy, borowy
Zasady i sole	NaOH <80%, KOH <50%, chlorek wapnia, chlorek magnezu, octan potasu
Rozpuszczalniki	aceton, alkohole, chloroform, ksylen, MEK, eter, benzyna, olej napędowy
Utleniacze	nadtlenek wodoru, ozon, nadmanganian potasu, podchloryn sodu
Procesowe	oleje, tłuszcze i oleje roślinne, detergenty, freony, paliwo bezołowiowe

Zasada zgodności

Lista chemikaliów w katalogu nie jest pełną kartą kompatybilności. Ostateczny dobór powinien uwzględniać stężenie, temperaturę, ciśnienie, czas kontaktu, czystość medium, fazę gazową oraz skutki przenikania do rdzenia.

9. Zastosowania i branże

Urządzenia / elementy	Branże
Pompy i zawory; filtry; zbiorniki ciśnieniowe; reaktory; wymienniki ciepła	Przemysł chemiczny i petrochemiczny
Uszczelnienia mechaniczne; rurociągi; sprężarki gazowe; zawory bezpieczeństwa	Rafinerie i transport produktów naftowych
Autoklawy; pokrywy zbiorników; połączenia węży; szybkozłączka	Farmacja, żywność, przetwórstwo i higiena
Urządzenia kriogeniczne; instalacje chłodnicze	Chłodnictwo i specjalistyczne instalacje gazowe
Procesy o wysokiej czystości	Półprzewodniki, fotochemia, lotnictwo i kosmonautyka
Produkcja polimerów, farb, barwników i powłok	Przemysł materiałowy i chemia specjalistyczna

10. Jakość, normy i kontrola produkcji

- Produkcja ze zintegrowaną kontrolą materiałów, procesu, montażu i inspekcji.
- Stosowanie markowego Viton® oraz wysokiej jakości żywic FEP/PFA według deklaracji producenta.
- Elektroniczna dokumentacja i identyfikowalność partii.
- Kontrola wymiarowa z wykorzystaniem systemów optycznych i współrzędnościowych, m.in. Micro-Vu® i Mitutoyo®.
- Wszystkie pierścienie klasy Q mają być kontrolowane do tolerancji BS 1806 / AS 568, a kod magazynowy kończy się literą Q.
- Przezroczyste powłoki FEP/PFA są deklarowane jako zgodne z FDA 21 CFR 177.1550 w zastosowaniach kontaktu z żywnością.
- Zakłady i centra dystrybucyjne były w katalogu wskazane jako zgodne z ISO 9001:2008.

Aktualność norm

Katalog ma charakter historyczny i wskazuje ISO 9001:2008. Przy zakupie należy poprosić o aktualny certyfikat jakości, deklarację materiałową, zgodność FDA oraz świadectwo kontroli dla konkretnej partii.

11. Uszczelnienia KAMLOCK®

Prostokątne uszczelnienia FEP z rdzeniem silikonowym lub Viton® są przeznaczone do szybkozłączki typu KAMLOCK®. Mają ograniczać potrzebę utrzymywania wielu elastomerów dla różnych mediów i zmniejszać ryzyko wycieku wywołanego atakiem chemicznym lub zimnym płynięciem litego PTFE.

- wysoka odporność chemiczna i szeroki zakres temperatur
- niski trwały odkształcenie i energizujący rdzeń elastomerowy
- niski współczynnik tarcia rzędu 0,1-0,2, ułatwiający montaż i demontaż
- gładka, higieniczna powierzchnia oraz deklarowana zgodność FDA

Rozmiar złącza [cal]	A - średnica zewn. [mm]	B - średnica wewn. [mm]	C - przekrój [mm]
0,5	26,0	17,0	4,0
0,75	35,0	22,2	5,54
1,0	39,7	27,0	6,35
1,25	49,2	34,5	6,35
1,5	55,6	41,3	6,35
2,0	66,7	50,8	6,35
2,5	79,4	60,3	6,35
3,0	94,5	76,2	6,35
4,0	123,6	101,6	6,35
6,0	179,4	152,4	6,35

Tolerancje podane w katalogu: grubość powłoki A = 0,508 mm; wymiar B = $\pm 0,762$ mm; wymiar C = $\pm 0,254$ mm.

12. Skrócona karta doboru

Krok	Pytanie / działanie
1. Medium	Zidentyfikuj skład, stężenie, fazę ciekłą/gazową, domieszki i wymagania czystości.
2. Temperatura	Dla pracy ciągłej do ok. 205°C rozważ FEP; powyżej tej wartości rozważ PFA.
3. Rdzeń	Dobierz silikon, Viton® lub pusty silikon do wymaganej twardości i docisku.
4. Geometria	Ustal przekrój, średnicę wewnętrzną, rowek, zgniot i szczelinę przeciwwyciskową.
5. Ruch i ciśnienie	Określ pracę statyczną, dynamiczną lub pneumatyczną oraz ciśnienie maksymalne.
6. Montaż	Sprawdź możliwość bezpiecznego przeprowadzenia pierścienia bez ostrego zginania i nadmiernego rozciągania.
7. Wymagania formalne	Zażądaj aktualnych certyfikatów FDA, ISO, identyfikowalności i deklaracji materiałowych.
8. Walidacja	Wykonaj próbę aplikacyjną w rzeczywistym medium, temperaturze i ciśnieniu.

Szybka decyzja

Sytuacja	Wstępny kierunek
Agresywne medium, temperatura poniżej 200°C	FEP + silikon lub Viton®
Agresywne medium, temperatura 200-260°C	PFA + odpowiednio dobrany rdzeń
Niski nacisk zamknięcia lub delikatna konstrukcja	Rozważyć pusty rdzeń silikonowy
Bardzo wysokie ciśnienie	Minimalizować szczelinę; sprawdzić tabelę wyciskania i ewentualny pierścień podporowy
Gaz agresywny w długim czasie	Oceń przenikanie do rdzenia; wykonać test
Kontakt z żywnością lub farmacja	Wymagać aktualnej deklaracji FDA i czystości partii
Szybkozłączne węże	Rozważyć prostokątne uszczelnienie KAMLOCK®

Podsumowanie

Chem-Ring® jest rozwiązaniem hybrydowym: chemicznie odporną powłoką FEP/PFA połączoną ze sprężystym rdzeniem. Jego skuteczność zależy nie tylko od zgodności materiałowej, lecz także od geometrii rowka, temperatury, ciśnienia, montażu i przenikania medium. Właściwie dobrany może zastąpić standardowe elastomery, lite PTFE oraz - w części zastosowań - droższe perfluoroelastomery.

Źródło: katalog Vulcan® Chem-Ring® FEP/PFA Encapsulated O-Rings, wydanie 2 - wersja japońska, 12 stron. Opracowanie stanowi kompendium i tłumaczenie techniczne, nie jest certyfikatem producenta ani projektem wykonawczym.