


Wersja:	2.2
Właściciel:	Andrzej Marendziak; andrzej.marendziak@uj.edu.pl
Sprawdził:	
Zatwierdził:	
Lokalizacja:	
Nazwa Pliku:	Wytyczne dla komponentów UHV w Solaris
Ostatnia aktualizacja:	2022-02-15

Historia zmian:

Wersja	Data	Opis	Podpis
1.2	2017-01-13		Marcin Zajęc
1.3	2017-01-22		Jacek Szade
1.4	2017-03-30	Rozdział 3.5	Andrzej Marendziak
1.5	2018-10-31	Rozdział 3.5 , 3.6 , 3.7 , 4	Andrzej Marendziak
1.6	2019-01-31	Rozdział 3.4, 4.6	Andrzej Marendziak
1.7	2019-04-12	Rozdział 3.8	Andrzej Marendziak
1.9	2019-07-03	Rozdział 3.5, Rozdział 3.2	Andrzej Marendziak
2.0	2020-01-31	Rozdział 3.1, 3.2, 3.4	Andrzej Marendziak
2.1	2021-02-02	Rozdział 3.1, 3.9	Andrzej Marendziak
2.2	2022-02-15	Rozdział 3.4	Mateusz Wiśniowski

Autorzy:

Andrzej Marendziak
Marcin Zajęc
Jacek Szade
Mateusz Wiśniowski

 SOLARIS <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Wytyczne dla komponentów UHV w Solaris	2022-02-15
	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS, wersja 2.1	Strona 2 / 21

Spis treści

1. Informacje ogólne	3
2. Technologie i materiały	3
3. Standard typowych komponentów próżniowych	3
3.1. Pompy próżniowe i stacje pompujące	3
3.2. Mierniki próżni	5
3.3. Detektory nieszczelności	6
3.4. Analizator gazów reszkowych	6
3.5. Pompy jonowe	8
3.6. Tytanowe pompy sublimacyjne	13
3.7. Pompy typu getter: paski, warstwy, kasety	14
3.8. Zawory próżniowe	15
3.9. Filtry i urządzenia do azotowania	17
4. Testy akceptacji	19
4.1. Ciśnienie statyczne	19
4.2. Test szczelności	19
4.3. Analiza gazów reszkowych (zawartość węglowodorów)	19
4.4. Test szybkości odgazowania systemu próżniowego	20
4.5. Pomiar proces złuszczenia	21
4.6. Kontrola szczelności ręcznych zaworów kątowych	21

 SOLARIS <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Wytyczne dla komponentów UHV w Solaris	2022-02-15
	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS, wersja 2.1	Strona 3 / 21

1. Informacje ogólne

Skuteczne i niezawodne działanie akceleratorów cząstek jest silnie związane z uzyskaniem i utrzymywaniem ultra wysokiej próżni (UHV). Dokument "Standardy próżniowe Solaris" zawiera ważne informacje dotyczące: technologii próżniowej, procedur instalacji, czyszczenia, odbioru komponentów próżniowych oraz protokołów. Wymagane jest, aby podczas instalacji systemu próżniowego w ośrodku Solaris wziąć pod uwagę opisane wytyczne. Wytyczne przedstawione w dokumencie odnoszą się do poszczególnych części maszyny: liniowy akcelerator, linia transferowa, pierścień synchrotronu a także obowiązują dla linii eksperymentalnych oraz stacji końcowych jak również wszystkich innych urządzeń próżniowych stosowanych podczas procesu instalacji.

Odstępstwa od przedstawionych wytycznych muszą zostać zaakceptowane przez grupę próżniową w Solaris.

2. Technologie i materiały

Szczegółowe informacje dotyczące technologii oraz materiałów dla komponentów dedykowanych do systemów ultra wysokiej próżni zostały opisane w oddzielnym dokumencie. Dokument "**Technologie i materiały dla urządzeń UHV w Solaris**" określa specyfikacje komór próżniowych dla ośrodka Solaris wraz z dokumentacją ofertową na potrzeby produkcji oraz zapewnienia systemom próżniowym odpowiedniej jakości.

3. Standard typowych komponentów próżniowych

W tym rozdziale zostaną przedstawione obecne standardy komponentów oraz urządzeń próżniowych. Wszystkie opisane komponenty oraz urządzenia próżniowe zostały dotychczas zastosowane i przetestowane w systemach próżniowych synchrotronu Solaris.

3.1. Pompy próżniowe i stacje pompujące

Tylko suche pompy należy stosować podczas instalacji i konserwacji systemów próżniowych synchrotronu.

Tylko pompy suche mogą być stosowane w stacjach pompujących dedykowanych do instalacji i konserwacji systemu próżniowego synchrotronu. Pompy te powinny być suche i wolne od olejów, smarów, węglowodorów lub innych płynów w komorze pompowania i nie powinny generować cząstek podczas pracy. Każde stanowisko pompujące powinno spełniać kryteria dotyczące szczelności i składu gazów reszkowych. Skład gazu reszkowego oraz kryteria dla testów szczelności zostały opisane w osobnym dokumencie "Testy akceptacyjne oraz protokoły". Jeśli stanowiska pompujące są przeznaczone do wykonywania testów szczelności komponentów próżniowych za pomocą analizatora gazu reszkowego (RGA) wymagana jest kalibracja stanowiska pompowego za pomocą zewnętrznego kalibrowanego nacieku. Dodatkowe wymagania mogą obejmować, ale nie ograniczają się do: konkretnych połączeń próżniowych, przyłączy zasilania elektrycznego, poziomów promieniowania itp.

 SOLARIS <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Wytyczne dla komponentów UHV w Solaris	2022-02-15
	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS, wersja 2.1	Strona 4 / 21

- Wymagania dla pomp wstępnych
 - mały poziom wibracji oraz hałasu
 - bezolejowe
 - bez związków z grupy fluorowców
 - zabezpieczenie w postaci zaworu odcinającego w przypadku braku zasilania
 - pompy typu scroll muszą być wyposażone w filtr cząsteczek na porcie wejściowym
- Wymagania dla pomp turbomolekularnych
 - zbudowane z podzespołów wolnych od smarów
 - zabezpieczenie w postaci zaworu odcinającego w przypadku braku zasilania

Specyfikacja stanowiska pompowego dostępnego w Solaris

Wielostopniowa pompa sucha Roots: APC15 Adixen
 Miernik próżni wstępnej: Thermovac TTR9
 Pompa turbomolekularna: Turbovac SL300 i SL80
 Miernik próżni wysokiej: Pełnozakresowy Bayard Alpert ITR 90
 Spektrometr masowy: SRA RGA100 lub 200 Opcjonalne
 Porty przyłączeniowe: CF40, CF63
 Detektor nieszczelności port: KF25
 Azotowanie systemu próżniowego port: KF25
 Zdalny dostęp, oprogramowania do akwizycji danych



Stanowisko pompowe PREVAC

Typowe pompy wstępne stosowane w synchrotronie Solaris:

- pompa scroll Edwards Vacuum XDS 6i (numer produktu: A73501983)
- pompa scroll Edwards Vacuum XDS 15i (numer produktu: A73501983)
- pompa membranowa Pfeiffer Vacuum MVP070 (numer produktu: PK T01 310)
- pompa roots Pfeiffer Vacuum ACP 15 (numer produktu: V5SATSMFEF)
- pompa roots Kashiyama NeoDry15E (numer produktu: NeoDry15E-2DBK)

Typowe pompy turbomolekularne stosowane w synchrotronie Solaris:

- Pfeiffer Vacuum HiPace 80 (numer produktu: PM P03 944)
- Pfeiffer Vacuum HiPace 300 (numer produktu: PM P03 901)
- Pfeiffer Vacuum HiPace 400 (numer produktu: PM P04 024)
- Pfeiffer Vacuum HiPace 700 (numer produktu: PM P03 934)

 SOLARIS <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Wytyczne dla komponentów UHV w Solaris	2022-02-15
	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS, wersja 2.1	Strona 5 / 21

3.2. Mierniki próżni

Różnego rodzaju próżniomierze mogą być stosowane do pomiarów ciśnienia całkowitego w systemie niskiej, wysokiej i ultra wysokiej próżni. Zastosowanie odpowiedniego miernika definiowane jest bezpośrednio przez rodzaj instalacji próżniowej.

- Próżniomierze ciepłno-przewodnościowe (Pirani) stosowane do pomiaru ciśnienia w zakresie od atmosfery do 10^{-4} mbar. Głównie stosowane w stacjach pompujących, liniach eksperymentalnych i stacjach końcowych.

Typowe próżniomierze stosowane w synchrotronie Solaris:

- Leybold: TTR 91
 - Pfeiffer: TPR 280
-
- Próżniomierze z zimną katodą (Penning i odwrócony magnetron) stosowane do pomiaru w zakresie od 10^{-3} do 10^{-10} mbar. Głównie stosowane w maszynie, liniach eksperymentalnych i stacjach końcowych.
- Typowe próżniomierze stosowane w synchrotronie Solaris:**
- Pfeiffer: IKR 270, IKR 060, IKR 070
-
- Próżniomierze pełnozakresowe z gorącą katodą (Pirani i Bayard Alpert) używane do pomiaru w zakresie od 1000 do $5 \cdot 10^{-10}$ mbar. Stosowane w stacjach pompujących dedykowanych do procesu wygrzewania komór próżniowych.
- Leybold: ITR 90
 - Pfeiffer: PBR 260
-
- Próżniomierze pełnozakresowe z zimną katodą (Pirani i Penning) używane do pomiaru w zakresie od 1000 do $1 \cdot 10^{-10}$ mbar. Głównie stosowane w maszynie, liniach eksperymentalnych i stacjach końcowych.
- Pfeiffer: PKR 261

Inne urządzenia pomiarowe mogą być również brane pod uwagę. Próżniomierze używane do pomiaru poziomu ciśnienia w systemie próżniowym dostarczają również sygnały wyjściowe (interlock) konieczne do sterowania zaworami, pompami i innymi urządzeniami próżniowymi.

Ze względu na obecność promieniowania w systemie synchrotronu elektronika sterująca powinna zostać oddzielona od głowicy pomiarowej. **Typowe próżniomierze stosowane w synchrotronie Solaris:**

- Pfeiffer: TPG 361, TPG 362, TPG366

W przypadku zdalnej kontroli oraz monitorowania sygnałów tylko sieci komputerowe oparte o technikę Ethernet są stosowane w ośrodku Solaris.

	Wytyczne dla komponentów UHV w Solaris	2022-02-15
	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS, wersja 2.1	Strona 6 / 21

3.3. Detektory nieszczelności

Dwa suche detektory nieszczelności PHOENIX L300i są dostępne w ośrodku Solaris. Parametry detektorów nieszczelności zostały przedstawione poniżej:

Helowy detektor nieszczelności		L300i Dry
	Najniższy mierzony naciek	
Praca w trybie UHV	$\leq 3 \cdot 10^{-11}$	mbar l/s
Praca w trybie Sniffera	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$	mbar l/s
	Maksymalny mierzony naciek	
Praca w trybie ultra wysokiej próżni	> 0.1	mbar l/s
Zakres pomiarowy	12 dekad	
Maksymalne dopuszczalne ciśnienie wlotowe	15	mbar
Prędkość pompowania, 50 Hz/ 60 Hz	1.6/1.8	m ³ /h
Szybkość pompowania Helu w trybie UHV	> 2.5	l/s
Stała czasowa sygnału podczas pomiaru nieszczelności	< 1	s
Czas, po którym urządzenie jest gotowe do pracy	≤ 2	min
Pobór energii	350	VA
Kołnierz wlotowy	DN 25 KF	
Wymiary (Szerokość x Wysokość x Głębokość)	495 x 456 x 314	mm
Waga	35.5	kg

Parametry detektora nieszczelności helu L300i Dry

Detektor nieszczelności jest używany do potwierdzenia szczelności układu próżniowego a podczas pomiaru w zamkniętych przestrzeniach, dodatkowe środki zapobiegawcze błędnej interpretacji nacieku muszą być wykonane. Do wlotu zapowietrzania oraz balastu gazowego należy stosować gazu pod ciśnieniem atmosferycznym nie zawierający helu. Ponieważ powietrze atmosferyczne może być zanieczyszczone helem z powodu prowadzenia testu szczelności systemu próżniowego, zaleca się podłączenie węża do portu próżniowego zapowietrzającego oraz portu próżni wstępnej detektora. Ciśnienie w tym węży nie może przekraczać 1050 mbar. Wąż dodatkowo powinien być podłączony do portu wylotowego prowadzącego do świeżego powietrza.

3.4. Analizator gazów resztkowych

Analizatory gazów resztkowych (*Residual Gas Analyser*) są wykorzystywane w systemach próżniowych do pomiaru ciśnień parcyjnych jednego gazu w mieszaninie wielu gazów. Głównym zastosowaniem jest określenie składu gazu systemu próżniowego a w konsekwencji występowania potencjalnych zanieczyszczeń. Po kalibracji RGA za pomocą nacieku kalibrowanego, urządzenie może być stosowane do ilościowej oceny szczelności systemów próżniowych. Nie odporne na promieniowanie urządzenie **SRS RGA 100** zostało wybrane do pomiaru składu gazów resztkowych na hali eksperymentalnej, na zewnątrz pierścienia synchrotronu. Parametry urządzenia RGA dostępnych w synchrotronie Solaris, zostały przedstawione poniżej.

Zakres mierzonych mas RGA100	100	amu
Typ filtra	Kwadrupolowy	
Typ detektora	Kubek Faradaya (KF) / Powielacz elektronów (PE)	
Materiał katody	Wolfram	
Dynamiczny zakres pomiaru ciśnienia	6 dekad	


Rozdzielczość	Lepsza niż 0.5 amu dla 10 % wysokości piksu	
Czułość	$2e^{-4}$ (KF)	A/Torr
Minimalne mierzone ciśnienie parcjale (KF)	$6.6e^{-11}$	mbar
Minimalne mierzone ciśnienie parcjale (PE)	$6.6e^{-14}$	mbar
Zakres pomiaru ciśnienia (KF)	UHV < $1.3e^{-4}$	mbar
Zakres pomiaru ciśnienia (PE)	UHV < $1.3e^{-6}$	mbar
Maksymalna temperatura pracy	70	°C
Temperatura wygrzewania	300 bez elektroniki	°C
Komunikacja	RS232	
Port przyłączeniowy	CF40	

Parametry RGA firmy SRS

Aplikacje pierścienia akumulacyjnego wymagają stosowania urządzeń elektronicznych typu RGA w środowisku, które może uszkodzić elektronikę samego urządzenia. Praca w trudnych warunkach (np.: wysokiej temperaturze i / lub promieniowania jonizującego) wymaga, aby elektronika RGA znajdowała się w bezpiecznym i osłoniętym miejscu. Urządzenie firmy **HIDEN HAL 101 RC** wyposażone w 3 metrowy przewód elektroniczny odporny na promieniowanie zostało zastosowane do pomiaru składu gazu resztkowego w synchrotronie Solaris. Analizator gazów resztkowych umieszczony jest w komorze próżniowej front-endu, podłączony jest do układu składającego się z: trójnika DN 40CF, dwóch zaworów metalowych easy-close VAT DN 40CF(54132-GE02-0001) oraz flanszy zaślepiającej jeden z zaworów. Układ ten służy do zamontowania lub zdemontowania analizatora bez potrzeby zapowietrzania komory próżniowej front-endu.



Analizatory gazów resztkowych HIDEN HAL 101 RC zamontowane na front-endach

 SOLARIS <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Wytyczne dla komponentów UHV w Solaris	2022-02-15
	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS, wersja 2.1	Strona 8 / 21

Zakres mierzonych mas MV2	100	amu
Typ filtra	Kwadrupolowy	
Typ detektora	Kubek Faradaya (KF) / Powielacz Elektronów Channeltron (PEC)	
Materiał katody	Podwójne utlenione włókno Irydowe	
Dynamiczny zakres pomiaru ciśnienia	8 dekad	
Rozdzielczość	Lepsza niż 0.5 amu dla 10 % wysokości piksu	
Czułość	$2e^{-4}$ (FC)	A/mbar
Minimalne mierzone ciśnienie parcjale (KF)	$2.0e^{-11}$	mbar
Minimalne mierzone ciśnienie parcjale (PM)	$5.0e^{-14}$	mbar
Zakres pomiaru ciśnienia (KF)	UHV < $1.0e^{-4}$	mbar
Zakres pomiaru ciśnienia (PM)	UHV < $1.0e^{-6}$	mbar
Temperatura wygrzewania	250 z przedłużaczem lub bez elektroniki	°C
Komunikacja	Ethernet	
Port przyłączeniowy	CF40	
Przewód pomiędzy głowicą a elektroniką RC	3	m
Przewód pomiędzy elektroniką a komputerem	do 750 m	
Oprogramowanie	MASsoft Professional	

Parametry urządzenia HIDEN HAL 101 RC

W przypadku zdalnej kontroli oraz monitorowania sygnałów tylko sieci komputerowe oparte o technikę Ethernet są stosowane w ośrodku Solaris.

3.5. Pompy jonowe

Definicja standardu pomp jonowych (*Sputter Ion Pumps*) będzie ograniczona tylko do typu pomp stosowanych w maszynie. Wszystkie pompy jonowe zastosowane w synchrotronie Solaris zostały wyprodukowane przez firmę Gamma Vacuum. Rodzaj portów pomp jonowych ich rozmiar oraz lokalizacja jest ściśle określona przez projekt. Wszystkie pompy jonowe, które zostały już zainstalowane w systemie Solaris są typu DI (*Differential*) lub CV (*Conventional*). Pompy tego typu umożliwiają pompowanie gazów szlachetnych gdyż posiadają katodę wykonaną z Tytanu i Tantalum.

Typowe modele stosowane w synchrotronie Solaris:

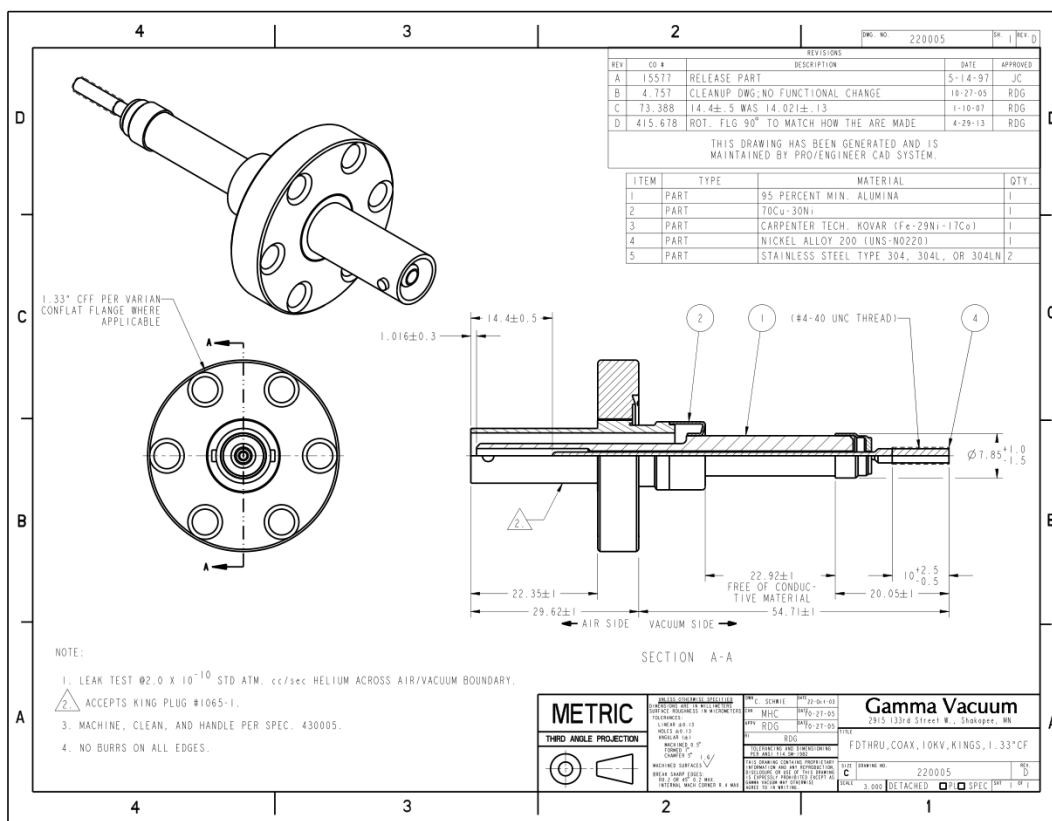
- 25S, 45S, 75S, 100L, 150T, 200L, 600LX

Gdzie:

- S – małe pompy jonowe ion pumps (Mini - 75S)
- L – niskoprofilowe pompy jonowe (100L - 1200LX)
- T – wysoko profilowe (150TV – 600TV)

Typ przepustu ceramicznego wysokonapięciowego stosowanego w pompach jonowych:

- SAFECONN 10kv SHV



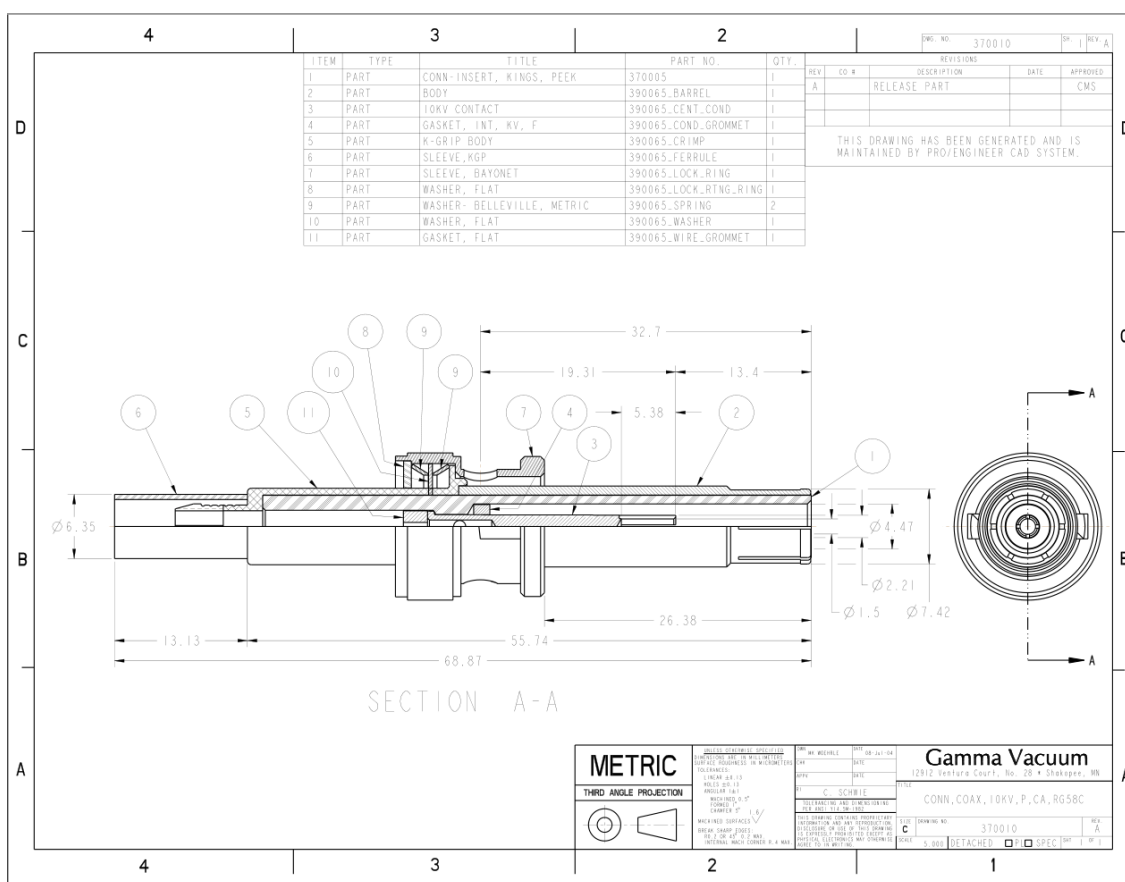
Przepust ceramiczny Gamma Vacuum

Typ wtyczki na przewód do gniazda pompy jonowej (stosowana do wygrzewania):

- SAFECONN (numer katalogowy: G310043)
- SHV-10 (10kV) (numer katalogowy: G370010)

Typ wtyczki na przewód do gniazda kontrolera (niestosowana do wygrzewania):

- SAFECONN (numer katalogowy: G310025)
- SHV-10 (10kV) (numer katalogowy: G390065)



Wtyczka na przewód Gamma Vacuum SHV-10

Wymiary wtyczki przeznaczonej do wygrzewania i wtyczki niestosowanej do wygrzewania pozostają takie same. Różnica polega na zastosowaniu do budowy innych materiałów.

Typy wtyczek stosowanych na przewód po stronie kontrolera i pompy jonowej:



SAFECONN – do pompy jonowej



SAFECONN – do kontrolera



SHV-10 – pompa jonowa i kontroler

Wtyczki na przewód firmy Gamma Vacuum

Dla przewodów bez zabezpieczenia wysokonapięciowego wymagane jest zwarcie systemu zabezpieczenia w kontrolerze pompy jonowej za pomocą dedykowanego terminatora, aby można było załączyć pompę jonową.

Typowe kontrolery stosowane w synchrotronie Solaris:

- Kontroler do małych pomp (SPCe)
- Kontroler do dużych pomp (LPCe)
- Wielokanałowy kontroler do dużych pomp (MPCe)



SPC-1-P-S-1-EC230-S-S-N / SPC-1-P-S-1-B24-E-S-N

LPC-1-P-S-1-EC230-E-H-N

MPC-2-P-S-2-EC230-E-N-N



QPC-1-P-S-1-EC230-S-S-N



MPCQ-2-P-S-2-EC230-S-S-N

Kontrolery Gamma Vacuum z typowym opisem

W przypadku zdalnej kontroli oraz monitorowania sygnałów tylko sieci komputerowe oparte o technikę Ethernet są stosowane w ośrodku Solaris.

Kompatybilność kontrolerów z pompami jonowymi lub kartridżami została przedstawiona poniżej.

SPC	MINI/ 3S/10S/25S/45S/75S
LPC/QPC	45S/75S/100L/200L/300L/150TV/300TV/
MPC/MPCQ	100L/200L/300L/400L/400LX/600L/600LX/800LX/1200LX/150TV/300TV/600TV
TSP cartridge	200L/300L/400L/400LX/600L/600LX/800LX/1200LX/150TV/300TV/600TV

Specyfikacja kompatybilności sprzętu z Gamma Vacuum

W zależności od zastosowania odpowiedni typ pompy jonowej powinien zostać zastosowany:

- CV Conventional (100% Tytan)
- CVX Conventional (SEM Ekran)
- DI Differential (50% Tytan 50% Tantal)
- DIX Differential (SEM Ekran)
- TR Triode (Tytan-Szczeliny)

W zależności od zastosowania dodatkowa rozbudowa pompy jonowej jest możliwa:

- Grzałki
- Pompy tytanowe sublimacyjne
- Kartridże typu NEG

Prędkość pompowania [l/s, Azot] zależy od typu pompy jonowej.

Typ	CV	DI	TR
45	40	35	35
75	75	60	60
100	100	80	80
150	150	120	120
200	200	160	160
250	250	200	200
300	300	240	240
400	400	320	320
500	500	400	400
600	600	480	480
800	800	640	640
1200	1200	960	960

W oparciu o doświadczenie ośrodka Solaris do sterowania pompami jonowym stosowane są tylko małe kontrolery typu SPCE. W przypadku przewodu:

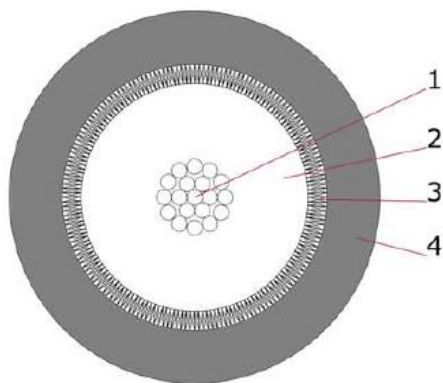
- Złącze niededykowane do procesu wygrzewania SHV-10 powinno być stosowane od strony sterownika.
- Złącze niededykowane do procesu wygrzewania SHV-10 powinno być stosowane od strony sterownika od strony pompy jonowej.
- Złącze dedykowane do procesu wygrzewania powinno być stosowane od strony pompy jonowej tylko podczas instalacji systemu próżniowego (przewód dostarcza grupa próżniowa w Solaris).

Złącza niededykowane do procesu wygrzewania wymagają dedykowanego przewodu, którym w przypadku Solaris jest przewód: HSL-8S-0.75-B-2

HSL-8S-0.75-B-2

8kV_{DC} / 3kV_{AC} - AWG18 - SILICONE DIELECTRIC

CONSTRUCTION



1. Conductor	AWG18 Cu/Sn (23xAWG32 t.p.c.)	0.75mm ² Ø 1.16mm
2. Dielectric	Silicone	Ø 3mm
3. Braid	Cu/Sn (AWG36 t.p.c.) 85% Coverage	Ø 3.5mm
4. Jacket	Silicone	Ø 4.9mm ± 0.2mm

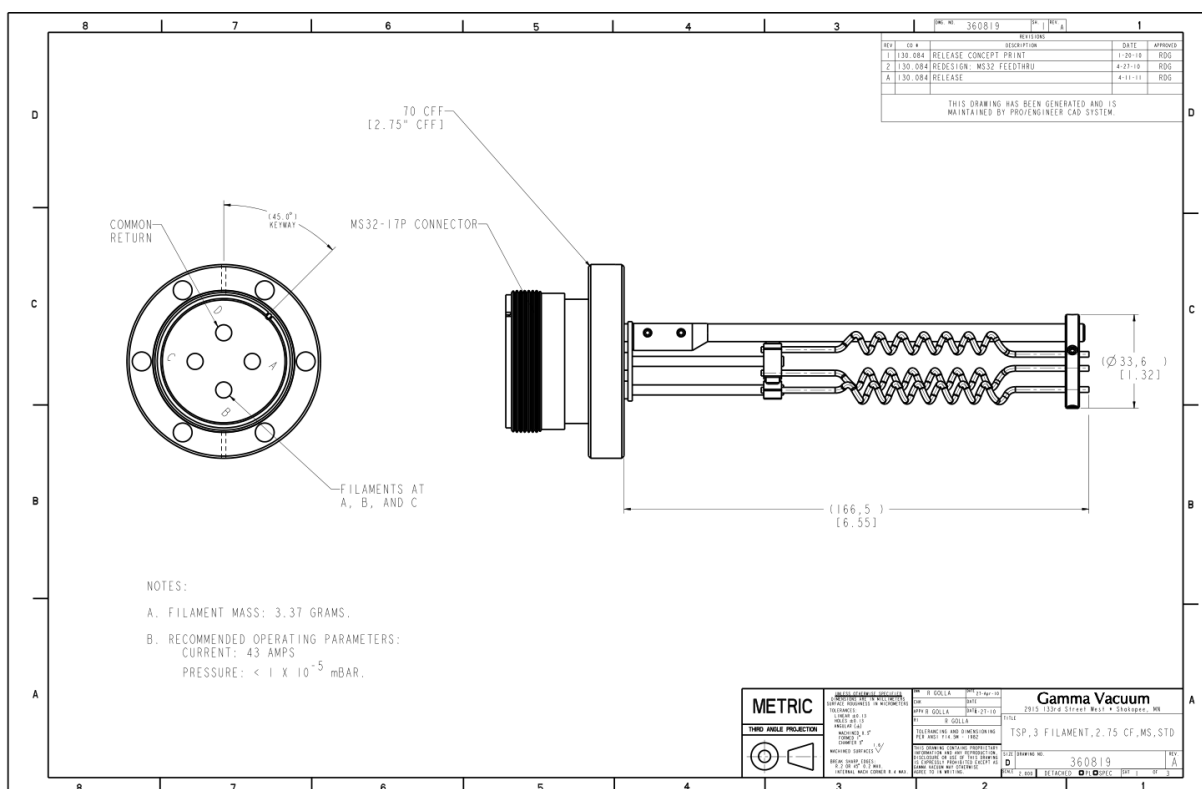
Lista pompa jonowych zastosowany w Solaris:

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. 100L-DI-6D-SC-N-N | 12. 400LX-DI-8P-SC-220-N |
| 2. 100L-DI-6S-SC-N-N | 13. 45S-DI-2V-SC-N-N |
| 3. 150T-DI-6S-SC-N-N | 14. 500T-DI-8S-SC-220-N |
| 4. 150TV-DI-6S-SC-220-N | 15. 600LX-DI-8S-SC-N-N |
| 5. 200L-DI-6D-SC-N-N | 16. 600TV-DI-8P-SC-220-N |
| 6. 200L-DI-8D-SC-220-N | 17. 600TV-DI-8S-SC-220-N |
| 7. 25S-DI-2V-SC-N-N | 18. 75S-DI-2V-SC-N-N |
| 8. 300T-DI-8S-SC-220-N | 19. 75S-DI-4D-SC-N-N |
| 9. 300TV-DI-8D-SC-220-N | 20. 75S-DI-4V-SC-N-N |
| 10. 300TV-DI-8S-SC-220-N | 21. 75S-DI-62-SC-N-N |
| 11. 400L-DI-8S-SC-220-N | 22. 75S-DI-6S-SC-N-N |

W celu zmniejszenia liczby zapasowych pomp jonowych, jest wymagane aby do budowy nowych systemów próżniowych stosować pompy jonowe z listy powyżej.

3.6. Tytanowe pompy sublimacyjne

Pompy tytanowe sublimacyjne używane w synchrotronie Solaris zostały wyposażone w kartridże produkowane przez Gamma Vacuum. Typowy kartridż zawiera trzy włókna, przy czym każde z włókien składa się z 85% tytanu i 15% molibdenu. Wymiary wkładu zostały przedstawione poniżej:



Kartridż TSP firmy Gamma Vacuum

	Wytyczne dla komponentów UHV w Solaris	2022-02-15
	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS, wersja 2.1	Strona 14 / 21

Jeden typ kontrolera został przewidziany do sterowania pompą TSP w synchrotronie Solaris:

- Boostivac Controller



TSP-2-EC230-E-N-N



Przewód TSP-MS-HC15-MS



Wtyczka MS (Kontroler)



Wtyczka MS Kartridż
Stosowana do
wygrzewania



TSPQ-2-US220-S-S-N

Akcesoria do pompy TSP firmy Gamma Vacuum z typowym opisem

W zależności od zastosowania jedno lub dwa wyjścia prądowe są stosowane. W zależności od zastosowania, dostarczane przez Gamma Vacuum ekrany/komory mogą być stosowane:

- Liquid Cryoshroud (150CF/40CF)
- Ambient Sputter Shield (100CF/40CF, 150CF/40CF)

W przypadku zdalnej kontroli oraz monitorowania sygnałów tylko sieci komputerowe oparte o technikę Ethernet są stosowane w ośrodku Solaris.

3.7. Pompy typu getter: paski, warstwy, kasety

Pompy typu Getter, niepodlegające parowaniu (*Non Evaporable Getter*) wykonywane są z reaktywnych materiałów lub stopów, które umożliwiają zaabsorbowanie gazów takich jak H_2O , CO , CO_2 , O_2 i N_2 w wyniku chemicznej reakcji zachodzącej na powierzchni. Materiał typu getter może występować w postaci cienkiego filmu na powierzchni, pasków lub kartridża.



Paski




Cienkie warstwy



Kartridże

Typy pomp getter niepodlegające parowaniu

 SOLARIS <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Wytyczne dla komponentów UHV w Solaris	2022-02-15
	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS, wersja 2.1	Strona 15 / 21

Wielkość powierzchni definiuje zarówno pojemność jak i szybkość pompowania. Wymagana jest proces aktywacji, którego parametry zależą bezpośrednio od rodzaju materiału. W zależności od typu pompy NEG dwa rodzaje procesu aktywacji są możliwe:

- Prąd stały (paski oraz kartridże)
- Taśmy grzewcze (warstwy typu NEG)

Pompy NEG wymagają systemu pompowego do aktywacji. Preferowanym wyborem jest zastosowanie mobilnego stanowiska pompowego wyposażonego w pompę turbomolekularną i suchą pompę wstępną. Dodatkowe wyposażenie jak zasilacze prądu stałego DC lub taśmy grzewcze są wymagane. W przypadku aktywacji monitorowanie rozkładu temperatury jest wymagane w celu uniknięcia deformacji termicznej.

Typowe pompy NEG stosowane w ośrodku Solaris:

- SAES, paski NEG (ST707 skład stopu Zr-V-Fe), aktywacja: $\sim 450^{\circ}\text{C}/45\text{min}$.
- SAES, warstwa NEG komora próżniowa do Undulatora (skład stopu Zr-V-Fe), aktywacja: $\sim 180^{\circ}\text{C}/24\text{h}$.
- Gamma Vacuum, Kartridż typu NEG (skład stopu Zr-V-Fe), aktywacja $\sim 450^{\circ}\text{C}/1\text{h}$.

W przypadku instalacji pomp NEG w synchrotronie Solaris wymagane jest dostarczenie informacji o składzie materiału NEG oraz procedury aktywacji. Wszystkie niezbędne urządzenia do aktywacji mogą być dostarczane przez Solaris.

3.8. Zawory próżniowe

Różnego rodzaju zawory próżniowe mogą być stosowane w synchrotronie Solaris. Specyficzne wymagania dla każdego zaworu zależą od konkretnego zastosowania. Preferowany rodzaj zaworów to zawory firmy VAT. Zawory dla systemów UHV powinny być całe wykonane z metalu. Zawory z uszczelnieniem vitonowym mogą być stosowane w systemach UHV, gdy nie przewiduje się wysoce reaktywnych związków z grupy halogenów lub gdy ekspozycja na promieniowanie typu *Bremsstrahlung* nie występuje. Typy zaworów stosowanych w synchrotronie Solaris można sklasyfikować następująco:

- Typ: Zasuwa, kątowy, elektromagnetyczny, szybki
- Zmiana położenia: ręczna, pneumatyczna z / lub bez elektromagnesu lub wskaźnika położenia
- Rodzaj uszczelnienia: metalowe, elastomeryczne
- Ekran RF: Zapewnienie ciągłości pola RF, **apertura RF zgodna ze specyfikacją Solaris**
- Typ mocowania: CF, KF

Cechy szczególne zdefiniowane przez konkretne zastosowania mogą zawierać dodatkowe informacje na temat:

 SOLARIS <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Wytyczne dla komponentów UHV w Solaris	2022-02-15
	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS, wersja 2.1	Strona 16 / 21

- Temperatura pracy
- Poziom akceptowalności promieniowania hamowania (*Bremsstrahlung*)
- Liczba cykli (przełączeń) roboczych
- Dopuszczalna różnica ciśnienia

Wymagania dotyczące czystości muszą być spełnione, generowanie cząstek podczas pracy zaworu musi być zredukować do absolutnego minimum.

Lokalny sterownik należy zapewnić, aby móc otworzyć / zamknąć zawór w trybie serwisowym.

Typowe zawory VAT stosowane w synchrotronie Solaris:

- Ręczny, cały metalowy, kątowny (**łatwy w zamknięciu VAT Seria 541**):
CF16 (54124-GE02-0001)
CF40 (54132-GE02-0001)
CF63 (54136-GE02-0001)
- Zasuwa, cały metalowy
CF40 (48132-CE44-AHJ1)
CF40 (48132-CE44-AOO1)
- Specjalny, cały metalowy
CF63 RF (47236-CE44-AIW1)
- Szybki, cały metalowy
CF40 (75232-CE44-0006)
- O-ring typ zasuw
CF40 (01032-CE44-0005)
- O-ring typ zasuw CF40 ręczny z okienkiem
CF40 (01032-CE01-AAV2)
CF40 (01032-CE08-AAV2)

Dla zaworów szybkich kontroler z miernikiem próżni musi zostać dostarczony

Typowy zestaw stosowany w synchrotronie Solaris:

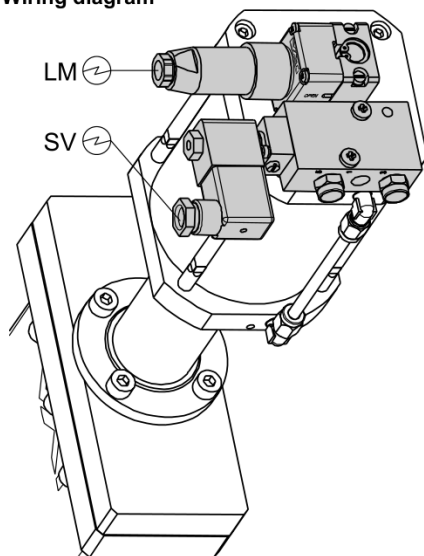
- Kontroler: VF-2 770VF-16NN-AAG6
- Miernik próżni: IKR 070

W przypadku zaworów sterowanych elektrycznie z siłownikiem pneumatycznym oraz wskaźnikiem położenia zaworu wymagane jest dokonanie odpowiedniego połączenia pomiędzy solenoidem a wskaźnikiem położenia, aby umożliwić zdalne sterowanie zaworu za pomocą jednego 7 żyłowego przewodu. Połączenie powinno być wykonane zgodnie z specyfikacją:

Wskaźnik położenia zaworu (piny) [LM]	Solenoid (piny) [SV]
1 LM – OPEN	
2 LM – OPEN	
3 LM – (1 SV) (24V)	1 SV – (3 LM)
4 LM – (2 SV) (GND SV)	2 SV – (4 LM)
5 LM – CLOSED	
6 LM – CLOSED	

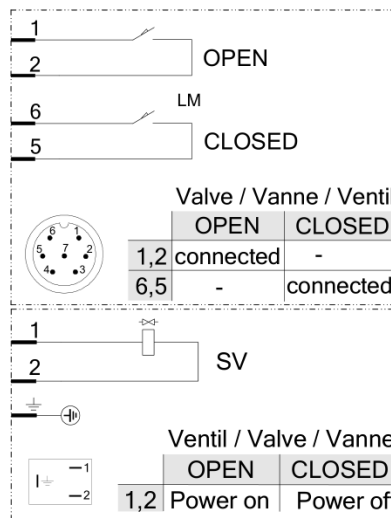
Ilustracja graficzna wymaganego połączenia.

Wiring diagram



⊕ LM Electrical connection for position indicator


⊕ SV Electrical connection for solenoid



W przypadku zdalnej kontroli oraz monitorowania sygnałów tylko sieci komputerowe oparte o technikę Ethernet są stosowane w ośrodku Solaris.

3.9. Filtry i urządzenia do azotowania

Wszystkie system próżniowe, których jakość może ulec degradacji w przypadku zanieczyszczenia cząsteczkami na etapie procesu instalacji/konserwacji powinny być azotowane/argonowane z zastosowaniem filtrów cząstek. Filtr ten powinien być zainstalowany jako ostatni element systemu wyrównywania ciśnienia. Do wyrównania ciśnienia należy stosować

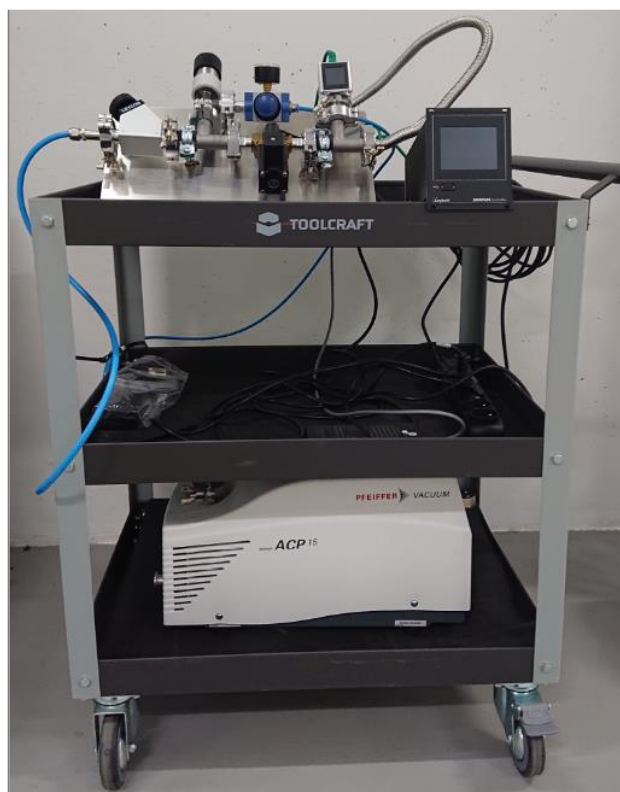
 SOLARIS <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Wytyczne dla komponentów UHV w Solaris	2022-02-15
	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS, wersja 2.1	Strona 18 / 21

suchy azotu klasy 5 lub wyższej. Zalecane stosowanie rozwiązań typu BIP. Okresowa weryfikacja wydajności filtra wentylacyjnego jest wymagana przy użyciu licznika cząstek.

Typy filtrów stosowanych w synchrotronie Solaris:

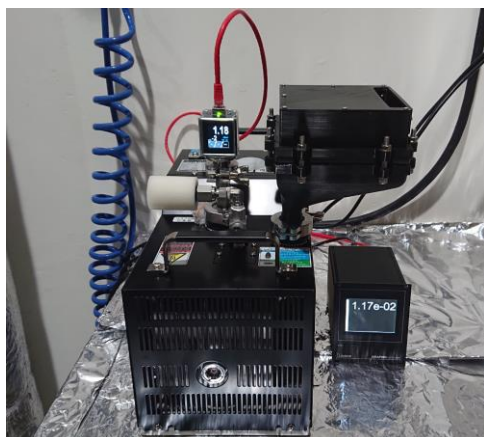
- Filtr kapsułkowy, sterylny, 0.2um

W przypadku precyzyjnego azotowania systemów próżniowych wyposażonych w wrażliwe na nadciśnienie komponenty, takie jak okienka berylowe, wymagane jest zastosowanie dedykowanego urządzenia zawierającego układ zabezpieczeń.

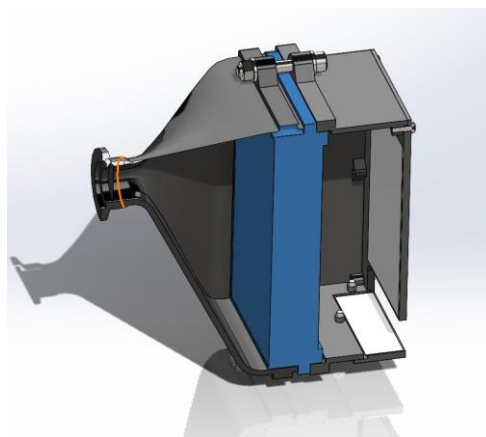


Urządzenie do azotowania stosowane w Solaris

W celu zachowania zgodności z przepisami bezpieczeństwa i higieny pracy wymagane jest stosowanie filtrów HEPA 14 na wylocie pompy wstępnej na wypadek uszkodzenia okienka berylowego podczas prac instalacyjnych lub konserwacyjnych.



Pompa wstępna z filtrem HEPA



Filtr do pompy wstępnej stosowany w Solaris

 SOLARIS <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Wytyczne dla komponentów UHV w Solaris	2022-02-15
	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS, wersja 2.1	Strona 19 / 21

4. Testy akceptacji

Testy muszą być przeprowadzone dla wszystkich sektorów lub komór próżniowych zawierających wszystkie komponenty wynikające z projektu systemu próżniowego.

4.1. Ciśnienie statyczne

Ciśnienie statyczne jest to ciśnienie uzyskane w szczelnym systemie próżniowym bez wiązki po procesie kondycjonowania (wygrzania i aktywacji pompy TSP lub NEG) komory próżniowej z pompą jonową. Akceptowalny poziom ciśnienia $\leq 5 \cdot 10^{-10}$ musi być uzyskany przez wszystkie pompy jonowe i mierniki próżni w objętości systemu próżniowego, podczas gdy wszystkie zawory systemu próżniowego są zamknięte.

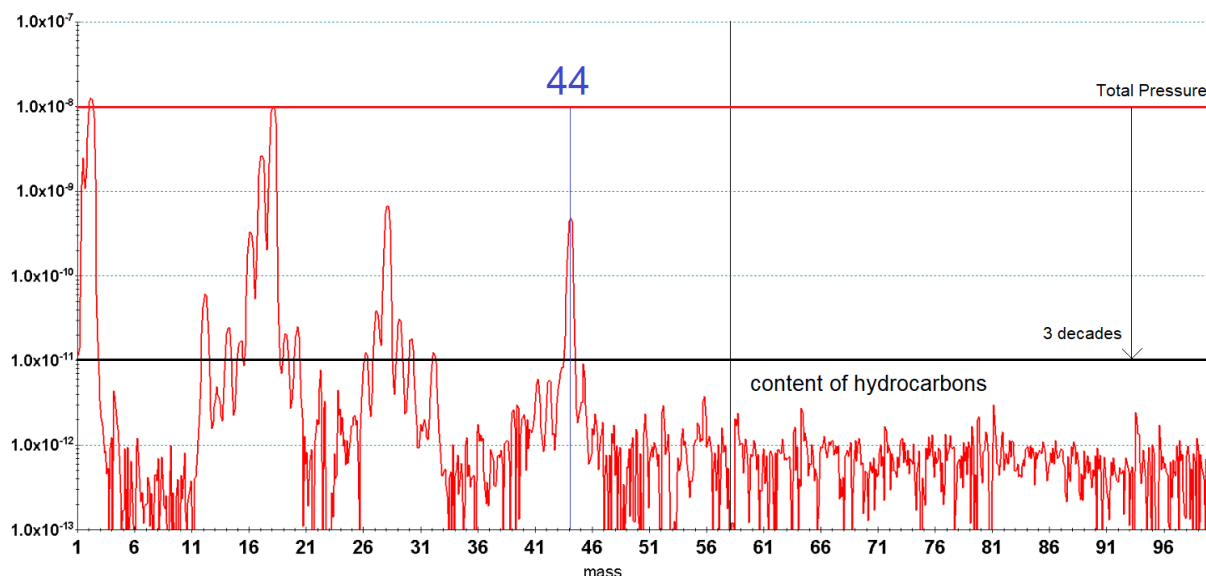
4.2. Test szczelności

Całkowity naciek w systemie próżniowym (suma wszystkich nieszczelności) musi być mniejszy lub równy $2 \cdot 10^{-10}$ mbar·l/s.

4.3. Analiza gazów resztkowych (zawartość węglowodorów)

Komponenty próżniowe uważane są za wolne od węglowodorów, jeżeli w szczelnym systemie próżniowym przy ciśnieniu mniejszym niż $1 \cdot 10^{-7}$ mbar, suma ciśnień parcyjnych mas większych od masy 44, mas w przedziale od 45 do 100, stanowi 10^{-3} ciśnienia całkowitego (jest mniejsza od ciśnienia całkowitego o trzy rzędy). Analiza gazów resztkowych (RGA) powinna być przeprowadzona w trybie statycznym systemu próżniowego (elementy ruchome nie powinny się przesuwać) oraz dla ciśnienia dynamicznego (podczas przesuwania elementów ruchomych jak: przesłony, maski, lustra itp.). Podczas testu RGA wszystkie pompy jonowe muszą być wyłączone aby nie „zamaskować” źródła zanieczyszczenia systemu próżniowego. Podczas testu RGA powielacz elektronów musi być załączony.

mbar




Widmo RGA musi być charakterystyczne dla próżni wolnej od zanieczyszczeń. W szczególności gazem reszkowym powinien być wodór ($M=2$), metan ($M=12$ do 16), woda ($M=16$ do 18), azot ($M=14$ i 28), tlenek węgla ($M=28$) i dwutlenek węgla ($M=44$). W systemach próżniowych przed procesem wygrzewania dominującymi masami będą $M=2$, 18 i 28 . W systemach próżniowych po procesie wygrzewania dominującymi masami będą $M=2$, 16 , 18 , 28 i 44 . Jeżeli widmo RGA zawiera masy $M=40$ (argon) lub $M=32$ (tlen), oznacza to, że system próżniowy prawdopodobnie jest nieszczelny. Ponieważ halogeny, chlor i fluor ($M=19$, 35 lub 37) degradują efektywność pompowania pomp typu NEG zainstalowanych w pierścieniu synchrotronu, widmo RGA musi być wolne od tych mas przed otwarciem zaworu front endu do linii badawczej. Jeśli widmo obejmuje masy $M=39$, 41 , 55 i 57 , linia wiązki jest prawdopodobnie zanieczyszczona materiałem organicznym, a masa $M=36$ wskazuje, że siarkowodór jest obecny w systemie próżniowym.

W przypadku linii badawczych zbudowanych bez okien oddzielających front end od linii badawczej, zawór front endu do linii badawczej zostanie otwarty dopiero po spełnieniu wyżej wymienionych kryteriów RGA!

4.4. Test szybkości odgazowania systemu próżniowego

Test odgazowania system próżniowego dla wszystkich komór lub sektorów próżniowych, od zaworu do zaworu, dostarcza dodatkowych informacji na temat jakości dostarczonego systemu próżniowego. Sektor lub komora próżniowa, podczas testu odgazowania, musi zawierać wszystkie komponenty próżniowe zdefiniowane przez projekt. Szybkość odgazowania (*ang. outgassing rate*) czystego kompletnego systemu lub komory próżniowej musi być mniejsza lub równa $1 \cdot 10^{-12}$ mbar·l/(sec·cm²) po procesie wygrzewania i słodzeniu systemu lub komory próżniowej do temperatury pokojowej. Procedura opisująca sposób pomiaru szybkości odgazowania musi być przedstawiona i zaakceptowana przez grupę próżniową ośrodka Solaris.

 SOLARIS <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Wytyczne dla komponentów UHV w Solaris	2022-02-15
	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS, wersja 2.1	Strona 21 / 21

4.5. Pomiar proces złączania

Niewystępowanie procesu złączania komponentu próżniowego wykonanego w technologii NEG (osadzania, napylania, itp.) powinno być zmierzone a rezultat udokumentowany i przedstawiony. Procedura opisująca pomiar procesu złączania powinna być przedstawiona i zaakceptowana przez grupę próżniową ośrodka Solaris.

4.6. Kontrola szczelności ręcznych zaworów kątowych

Test szczelności każdego zaworu kąтового, wykonany po procesie wygrzewania systemu próżniowego, gdy spełnione zostały kryteria dotyczące ciśnienia bazowego. Podczas odłączania stacji pompującej od ręcznego zaworu kąтового wymagane jest użycie azotu jako gazu potrzebnego do wyrównania ciśnienia względem ciśnienia otoczenia. Odczyt ciśnienia w oparciu o pompy jonowe z systemu próżniowego powinien pozostać na tym samym poziomie przed i po procesie azotowania. Informacje dotyczące poziomu ciśnienia w systemie próżniowym przed i po procesie azotowania muszą być przedstawione i zaakceptowane przez grupę próżniową Solaris.