

SPIS ZAWARTOŚCI

OPIS TECHNICZNY

1. Wstęp
 - 1.1 Podstawa opracowania
 - 1.2 Przedmiot i zakres opracowania
 - 1.3 Lokalizacja
2. Stan istniejący
3. Stan projektowany
 - 2.1 Instalacja gazów technicznych dla reaktora ICP-CVD
SENTECH model SI 500 380
 - 2.2 Instalacja gazów technicznych dla reaktora ICP OXFORD
model PlasmaPro 100 Estrelas
 - 2.3 Uwagi eksploatacyjne
4. Wytyczne wykonania i odbioru
5. Zagadnienia BHP
 - 5.1 Zagrożenia
 - 5.2 Charakterystyka mediów technologicznych
 - 5.3 Eliminowanie i ograniczanie zagrożeń
 - 5.4 Bezpieczeństwo przy naprawach
6. Warunki ochrony przeciwpożarowej
 - 6.1 Powierzchnia, wysokość i liczba kondygnacji
7. Zestawienie materiałów i armatury

CZEŚĆ RYSUNKOWA

- 37.20 - 20.10 Rozmieszczenie urządzeń i trasa rurociągu – stan istniejący
- 37.20 - 20.11 Rozmieszczenie urządzeń i trasa rurociągu – stan projektowany
- 37.20 - 20.12 Reaktor plazmowy typ ICP-CVD SENTECH. Instalacja gazów technicznych – schemat
- 37.20 - 20.13 Reaktor plazmowy typ ICP OXFORD. Instalacja gazów technicznych – schemat
- 37.20 - 20.14 Tablica redukcji ciśnienia gazów sieciowych – schemat
- 37.20 - 20.15 Schemat montażowy rurociągu

ZAŁĄCZNIKI

- Karta katalogowa zaworu odcinającego SWAGELOK typ SS-42GS4
- Karta katalogowa zaworu odcinającego SWAGELOK typ SS-42GVCR4
- Karta katalogowa zaworu odcinającego SWAGELOK typ SS-43GS6
- Karta katalogowa zaworu zwrotnego SWAGELOK typ SS-4C-1
- Karta katalogowa filtra SWAGELOK typ SS-4F-05
- Karta katalogowa reduktora TESCO serie 44
- Karta katalogowa manometru TESCO Ø 2"
- Karta katalogowa rotametu COLE-PARMER

1. WSTĘP

Niniejsze opracowanie wykonano w „ANITEX” GAZY TECHNICZNE w Sosnowcu na podstawie Zlecenia Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Technologii Elektronowej w Warszawie.

Opracowanie stanowi uproszczoną dokumentację wykonawczą (Projekt Wykonawczy) modernizacji instalacji gazów technicznych zabudowaną dla potrzeb Zakładu Sieci Badawcza Łukasiewicz – Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki (SBŁ-IMIF) Zakładu Technologii Mikrosystemów w Piasecznie.

1.1 Podstawa opracowania

Podstawę merytoryczną wykonania dokumentacji stanowią :

- podkłady projektowe oraz założenia i informacje techniczne otrzymane od Zamawiającego
- dane z wizji lokalnej i przeprowadzonej przez projektanta uzupełniającej inwentaryzacji stanu istniejącego
- Warunki Techniczne Dozoru Technicznego WUDT-UC ;2003
- obowiązujące przepisy i normy w tym:
 - Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010r w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002r w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
 - Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 23 grudnia 2003 r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy produkcji i magazynowaniu gazów, napełnianiu zbiorników gazami
- katalogi i materiały własne projektujących

1.2 Przedmiot i zakres opracowania

W niniejszym opracowaniu ujęto podstawowe informacje dotyczące:

- urządzeń, armatury, instalacji rurowych
- mediów technologicznych

W opracowaniu ujęto także:

- zagadnienia BHP i p. poż.
- inne

Zakres opracowania jest uproszczony i ograniczony do informacji niezbędnych dla wykwalifikowanego Wykonawcy instalacji do jej wykonania.

Opracowanie obejmuje modernizację istniejących instalacji gazów technicznych. Istniejące rozmieszczenie szaf butli gazowych, a także ilość butli i rodzaj magazynowanych gazów technicznych nie ulegną zmianie.

1.3 Lokalizacja

Modernizowane instalacje gazów technicznych znajdują się na terenie zamkniętym, chronionym – SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ - Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki w Piasecznie (ul. Okulickiego 5E).

2. STAN ISTNIEJĄCY

W pomieszczeniu SBŁ-IMIF Zakładu Technologii Mikrosystemów w Piasecznie zużywane są niewielkie ilości gazowych mediów (silanu, podtlenku azotu, amoniaku, bromowodoru, chloru, trójtlenku boru, tetrafluorometanu, trójfluorometanu, tlenu, argonu, metanu, sześćofluorku siarki, oktafluorocyklobutanu, helu) dla potrzeb zasilania urządzeń technologicznych.

W związku z powyższym kilka lat temu, w pomieszczeniu serwisowym, zabudowano instalacje powyższych mediów wraz z montażem szaf na butle gazowe i panele butlowe oraz zabudowano układy redukcji ciśnienia poszczególnych mediów.

Dodatkowo wykonano instalację gazów sieciowych (azotu i sprężonego powietrza) wraz z tablicami redukcji ciśnienia.

Rozmieszczenie poszczególnych urządzeń pokazano na załączonym rysunku nr 37.20-20.10.

Ze względu na rozbudowę Zakładu o dwa kolejne urządzenia (reaktory plazmowe) podjęto decyzję o modernizacji istniejących instalacji.

3. STAN PROJEKTOWANY

W Zakładzie SBŁ-IMIF Technologii Mikrosystemów w Piasecznie ze względu na rozbudowę Zakładu o dwa reaktory plazmowe: reaktor typ ICP OXFORD oraz reaktor typ ICP-CVD SENTECH powstała potrzeba modernizacji instalacji gazów technicznych.

Reaktory planuje się zlokalizować w odrębnym pomieszczeniu tak jak to pokazano na załączonym rysunku nr 37.20-20.11.

3.1 Instalacja gazów technicznych dla reaktora ICP-CVD SENTECH model SI 500 380

Uniwersalne systemy SI 500 firmy SENTECH Instruments GmbH to urządzenia do plazmowego nanoszenia cienkich warstw techniką ICP-CVD. Komora reakcyjna wykonana jest z aluminium bez połączeń spawanych i skręcanych. Podłoża wprowadzane są przez komorę ładowania, wyposażoną w transfer. Ciśnienie w komorach jest kontrolowane przez automatyczny układ próżniowy. Łatwe w obsłudze oprogramowanie umożliwia automatyczne i ręczne sterowanie procesami oraz tworzenie i wykonywanie własnych procedur. Systemy SI 500 dedykowane są dla przemysłu oraz laboratoriów badawczo-rozwojowych.

Max zapotrzebowanie gazów technicznych:

- tlen O ₂	100 cm ³ /min
- fluorek siarki SF ₆	500 cm ³ /min
- metan CH ₄	200 cm ³ /min
- fluorometan CF ₄	500 cm ³ /min
- podtlenek azotu N ₂ O	100 cm ³ /min
- azot N ₂	200 cm ³ /min
- argon Ar	500 cm ³ /min
- silan SiH ₄	500 cm ³ /min

Ciśnienie wejściowe gazów:

1 - 2 bar absolutnych

Czystość gazów:

≥ 5.0

Przyłącza do gas boxu:

SS-4-VCR

Wymagania dotyczące gazów sieciowych i helu:

sprężone powietrze

ciśnienie 5-7 bar

jakość wolne od oleju i wody

azot

ciśnienie 5 bar

czystość ≥ 5.0

hel

ciśnienie 2 bara

czystość ≥ 5.0

Reaktor plazmowy ICP-CVD SENTECH model SI 500 380 to reaktor, w skład którego wchodzi następujące urządzenia reaktor SI 500 z szafą gazową, szafa rozdzielni elektrycznej, pompa ACP 15, pompa A 124 H, chiller ACVE 001 oraz stanowisko kontrolne PC.

Do prawidłowej pracy zespołu urządzeń reaktora wymagane jest dostarczenie do szafy gazowej następujących gazów – O_2 , SF_6 , CH_4 , CF_4 , N_2O , Ar, SiH_4 . Źródłem wyżej wymienionych gazów będą istniejące instalacje, które planuje się zmodernizować. Rurociągi gazów technicznych od istniejących instalacji do punktu poboru (układ redukcji ciśnienia) projektuje się jako napowietrzne, wykonane z rur elektropolerowanych 1/4" ($\varnothing 6,35 \times 0,89 \text{ mm}$) ze stali nierdzewnej w gatunku 316L lub materiału równoważnego, łączone poprzez spawanie. Układ redukcji ciśnienia stanowić będzie zawór odcinający, reduktor drugiego stopnia (redukcja ciśnienia do ok. 2 bar) oraz manometr kontrolny.

UWAGA:

Istniejące butle z gazami technicznymi zlokalizowane w szafach magazynowych wraz z panelami butlowymi nie ulegną zmianie i nie są objęte niniejszym opracowaniem.

Dodatkowo do reaktora należy podłączyć gazy sieciowe – azot i sprężone po-

wietrze oraz hel; zaś do pompy A 124 H sieciowy azot. Gazy sieciowe i hel przewiduje się podłączyć do urządzeń poprzez tablicę redukcji ciśnienia (schemat tablicy redukcji ciśnienia pokazano na rysunku nr 37.20-20.14). Tablicę zaprojektowano zgodnie z koncepcją i zaleceniami Inwestora.

Rurociągi gazów sieciowych (azot) od istniejących instalacji do tablicy redukcji ciśnienia projektuje się jako napowietrzne, wykonane z rur 3/8" (Ø9,53x1,0 mm) ze stali nierdzewnej w gatunku 316L lub materiału równoważnego, łączone poprzez spawanie. Rurociąg helu i sprężonego powietrza przewiduje się wykonać z rur 1/4" (Ø6,35x0,89 mm) ze stali nierdzewnej w gatunku 316L lub materiału równoważnego, łączone poprzez spawanie.

3.2 Instalacja gazów technicznych dla reaktora ICP OXFORD model PlasmaPro 100 Estrelas

Reaktor PlasmaPro 100 Estrelas został zaprojektowany w celu zapewnienia całkowitej elastyczności w zastosowaniach Deep Silicon Etch (DSiE) - obsługując zróżnicowany zestaw wymagań procesowych na rynkach systemów mikroelektromechanicznych (MEMS) i nanotechnologii. Opracowany z myślą zarówno o rynku badawczym, jak i produkcyjnym, PlasmaPro 100 Estrelas oferuje najwyższą elastyczność procesu.

Max zapotrzebowanie gazów technicznych:

- tlen O ₂	50 cm ³ /min
- fluorek siarki SF ₆	1200 cm ³ /min i 100 cm ³ /min
- fluorocyklobutan C ₄ F ₈	500 cm ³ /min
- argon Ar	200 cm ³ /min

Ciśnienie wejściowe gazów:

2 – 3 bar

Czystość gazów:

5.0

Wymagania dotyczące gazów sieciowych i helu:

sprężone powietrze

ciśnienie	5-6 bar
jakość	wolne od oleju i wody

azot		
	ciśnienie	2-3 bar
hel		
	ciśnienie	2-3 bara

W skład reaktora PlasmaPro 100 Estrelas wchodzi następujące urządzenia – reaktor, szafa rozdzielni elektrycznej, pompa A 124 H, pompa ACP 28G, chiller FP51 oraz stanowisko kontrolne PC.

Aby zapewnić prawidłową pracę reaktora należy do reaktora doprowadzić następujące gazy techniczne: O₂, SF₆, C₄F₈, Ar, CHF₃.

UWAGI:

- 1. Ze względu na rozbieżność danych przed przystąpieniem do modernizacji instalacji CHF₃ należy zweryfikować konieczność podłączenia tego medium do reaktora plazmowego OXFORD tak aby zagwarantować jego prawidłowe działanie.*
- 2. Zgodnie z wytycznymi producenta reaktora plazmowego rurociąg C₄F₈ wymaga ogrzewania, które realizowane będzie za pomocą taśmy grzewczej o mocy 312 W, 240V i wymiarach 12' x 1/2". Rurociąg należy zaizolować otuliną z pianki poliuretanowej tak aby utrzymać temperaturę czynnika na poziomie +30°C.*

Źródłem wyżej wymienionych gazów będą istniejące instalacje, które planuje się zmodernizować. Rurociągi gazów technicznych od istniejących instalacji do punktu poboru (układ redukcji ciśnienia) projektuje się jako napowietrzne, wykonane z rur elektropolerowanych 1/4" (Ø6,35x0,89mm) ze stali nierdzewnej w gatunku 316L lub materiału równoważnego, łączone poprzez spawanie. Układ redukcji ciśnienia stanowić będzie zawór odcinający, reduktor drugiego stopnia (redukcja ciśnienia do ok. 2 bar) oraz manometr kontrolny.

UWAGA:

Istniejące butle z gazami technicznymi zlokalizowane w szafach magazynowych wraz z panelami butlowymi nie ulegną zmianie i nie są objęte niniejszym opracowaniem.

Podobnie jak w przypadku reaktora SENTECH, reaktor OXFORD model PlasmaPro 100 Estrelas wymaga doprowadzenia gazów sieciowych – azotu i sprężone-

go powietrza oraz helu i podobnie jak w przypadku reaktora SENTECH, pompa A 124 H wymaga doprowadzenia sieciowego azotu. Gazy sieciowe i hel przewiduje się podłączyć do urządzeń poprzez tablicę redukcji ciśnienia (schemat tablicy redukcji ciśnienia pokazano na rysunku nr 37.20-20.14). Tablicę zaprojektowano zgodnie z koncepcją i zaleceniami Inwestora. Przewiduje się zabudowę dwóch odrębnych tablic redukcji ciśnienia, osobną dla reaktora SENTECH i osobną dla reaktora OXFORD.

Rurociągi gazów sieciowych (azot) od istniejących instalacji do tablicy redukcji ciśnienia projektuje się jako napowietrzne, wykonane z rur 3/8" (Ø9,53x1,0 mm) ze stali nierdzewnej w gatunku 316L lub materiału równoważnego, łączone poprzez spawanie. Rurociąg helu i sprężonego powietrza przewiduje się wykonać z rur 1/4" (Ø6,35x0,89 mm) ze stali nierdzewnej w gatunku 316L lub materiału równoważnego, łączone poprzez spawanie.

3.3 Uwagi eksploatacyjne

- 1) Istniejące stanowiska przechowywania butli (szafy z wyposażeniem) nie wymagają stałej obsługi. Obsługa jest wymagana jedynie przy przyjmowaniu i wymianie butli.

Zaleca się okresową kontrolę stanowisk butli zgodnie z wytycznymi dostawcy urządzeń. Jak wyżej należy okresowo kontrolować stan techniczny i szczelność instalacji rurowych instalacji gazów technicznych.

Zaleca się wizualną kontrolę instalacji i stanowisk butli w szafie przed rozpoczęciem pracy i po jej zakończeniu (przynajmniej 1-2 razy w tygodniu).

Przynajmniej jeden raz w roku należy wykonać próbę szczelności instalacji – ciśnienie próby = $1,1 \times P_{rob..}$

- 2) Instalacje należy wyposażać w instrukcje obsługi oraz w instrukcje p.poż.. i BHP, które należy umieścić w łatwo dostępnych miejscach przy stanowiskach pracy reaktorów plazmowych.
- 3) Obsługi i kontroli stanowisk i instalacji gazów technicznych mogą dokonywać jedynie osoby przeszkolone w ich obsłudze i w zakresie możliwych do wystą-

pień zagrożenia oraz wyposażeni w odzież roboczą i odpowiednie środki ochrony osobistej.

- 4) Stanowiska przechowywania butli (szafy) powinny być zamykane i zabezpieczone przed dostępem osób nieupoważnionych.

4. WYTYCZNE WYKONANIA I ODBIORU

Instalacje należy wykonać zgodnie z niniejszą dokumentacją techniczną i przy użyciu materiałów i urządzeń ujętych w specyfikacji. Dopuszcza się, zastosowanie materiałów i elementów orurowania zamiennych pod warunkiem, że ich własności wytrzymałościowe i jakościowe nie będą niższe niż wyspecyfikowanych materiałów i elementów instalacji.

Wykonanie instalacji zlecić firmie posiadającej odpowiednie kwalifikacje i doświadczenie.

UWAGA:

Trasy i sposób prowadzenia rurociągów pokazano na rysunkach w sposób orientacyjny. Dokładny przebieg rurociągów ustalić w czasie montażu.

Rurociągi gazów technicznych (O_2 , SF_6 , CH_4 , CF_4 , N_2O , Ar, SiH_4 , C_4F_8 , CHF_3) projektuje się z rur elektropolerowanych 1/4" ze stali wysokostopowej bez szwu w gatunku np. 316L (1.4404) lub gatunku równoważnym, łączonych za pomocą spawania orbitalnego w osłonie argonu.

UWAGA:

Ze względów bezpieczeństwa przy łączeniu nowo projektowanego rurociągu SiH_4 z istniejącą instalacją (w obrębie szafy butlowej) zastosować połączenie z wykorzystaniem złączek zaciskowych systemowych np. Swagelok, Parker.

Rurociąg azotu sieciowego planuje się wykonać jako napowietrzny, wykonany z rur 3/8" ($\varnothing 9,53 \times 1,0$ mm) ze stali nierdzewnej w gatunku 316L lub materiału równoważnego, łączonych poprzez spawanie orbitalne w osłonie argonu.

Rurociąg helu i sprężonego powietrza przewiduje się wykonać z rur 1/4" ($\varnothing 6,35 \times 0,89$ mm) ze stali nierdzewnej w gatunku 316L lub materiału równoważnego, łączone poprzez spawanie orbitalne w osłonie argonu.

Połączenia spawane powinny być wykonane zgodnie z obowiązującą dla danego materiału technologią spawania i kartami technologicznymi wykonawcy. Kwalifikacje pracownika wykonującego złącza spawane powinny spełniać obowiązujące wymagania np. WUDT/UC/2003. Dopuszczalne wymiary wad złącz spawanych określają WUDT/UC/2003.

Rurociągi i wszystkie komponenty instalacji mogące mieć kontakt z tlenem oraz podtlenkiem azotu należy odtłuścić przed przekazaniem do eksploatacji.

Wszystkie materiały mogące mieć kontakt z gazem utleniającym muszą mieć odpowiednie certyfikaty i dopuszczenie do pracy z tlenem czy podtlenkiem azotu.

Cała instalacja (wszystkie urządzenia i rurociągi) musi być uziemiona, zgodnie z obowiązującą normą, dla ochrony przed elektrycznością statyczną i ewentualnymi tzw. „przebiegami”.

Przejścia rurociągów przez ściany pomieszczeń laboratorium wykonać jako szczelne w rurze ochronnej zgodnie z obowiązującymi przepisami lub zastosować atestowane przejścia np. wg HILTI (proponuje się zastosować tulejki z kołnierzami).

Mocowanie rurociągów do ścian wykonać przy pomocy standardowych uchwytów (metalowych).

Próba szczelności

Po wykonaniu rurociągi należy poddać połączonej pneumatycznej próbie szczelności i wytrzymałości zachowując następujące warunki:

- ciśnienie próby $PT = 1,5 \times Prob.$
- do próby stosować azot lub powietrze sprężone,
- prędkość podnoszenia ciśnienia nie powinna przekraczać $0,1 \text{ MPa/min.}$,
- ciśnienie próby powinno być równe podanemu w opisie,
- próbę prowadzić przez co najmniej 30 minut,
- pomiędzy 20 a 30 minutą próby manometr kontrolny nie powinien wskazywać zmian ciśnienia,
- sprawdzić szczelność połączeń np. czujnikiem ultradźwiękowym lub środkiem pianotwórczym.

Jako manometr kontrolny proponuje się użyć manometrów instalacyjnych

Ø50.

Z dokonanej próby sporządzić należy protokół.

Po przeprowadzonej z pozytywnym wynikiem próbie rurociągi należy oznakować zgodnie z obowiązującą normą.

Rurociągi gazów technicznych projektuje się jako nieizolowane za wyjątkiem rurociągu oktafluorocyklobutanu C_4F_8 , który ze względu na konieczność grzania wymaga zaizolowania otuliną z pianki poliuretanowej.

5. ZAGADNIENIA BHP

5.1 Zagrożenia

Zagrożenia występujące w projektowanych instalacjach wynikają z własności chemicznych czynników roboczych jakim są gazy techniczne.

Azot jest pierwiastkiem nieaktywnym, bardzo trudno wchodzącym w reakcje chemiczne z innymi pierwiastkami i związkami chemicznymi. Argon jest pierwiastkiem obojętnym, gazem szlachetnym, praktycznie nie wchodzącym w reakcje chemiczne. Zarówno azot jak i argon w postaci gazowej są gazami bezbarwnymi, bez smaku i zapachu, są gazami cięższymi od powietrza – mogą zalegać w zagłębieniach i dolnych częściach pomieszczeń. W wypadku przedostania się do pomieszczenia mogą stanowić zagrożenie z uwagi na wypieranie tlenu z powietrza (atmosfera dusząca).

Podtlenek azotu stwarza zagrożenia podobne do stwarzanych przez argon czy azot (wyparcie tlenu z powietrza). N_2O jest cięższy od powietrza i nie dyfunduje łatwo w powietrzu, gromadząc się w dolnych częściach pomieszczeń nie wentylowanych. W temperaturze pokojowej jest to bezbarwny, niepalny gaz o słabej woni i słodkawym smaku. Podtlenek azotu jest powszechnie wykorzystywany jako jeden ze składników znieczulenia ogólnego. W mieszaninie z tlenem w stężeniu do 70% jest nośnikiem innych ogólnych środków anestetycznych (sam ma słabe działanie znieczulające). Stosowanie tego gazu powoduje ryzyko niedotlenienia tkanek (dlatego używa się go tylko w mieszaninach z tlenem), jednak jeśli do niego nie dojdzie, działania niepożądane są bardzo niewielkie.

Tlen gazowy, chociaż sam jest klasyfikowany jako niepalny i nie wybuchowy,

bardzo intensyfikuje procesy palenia - utlenianie. W kontakcie z materiałami palnymi stwarza poważne zagrożenie pożarowe i wybuchowe, w przypadku kontaktu z tłuszczami (oleje, smary) może dojść do samozapłonu. Tlen gazowy posiada dużą zdolność adsorpcji na odzieży, we włosach itd.. Stwarza to poważne zagrożenie, ponieważ człowiek przebywający w atmosferze wzbogaconej w tlen nasycy się nim, a wtedy wystarczy minimalny impuls zapalający, np. ciepło niedopałka papierosa lub nawet niewielkie wyładowanie elektryczności statycznej powstające niekiedy w odzieży, i odzież (i człowiek) staje w płomieniach paląc się bardzo intensywnie.

Zarówno tlen jak i podtlenek azotu mają właściwości utleniające. Z tego względu zabrania się przechowywania w pobliżu substancji palnych. Utleniacze w kontakcie z materiałami palnymi stwarzają poważne zagrożenie pożarowe i wybuchowe.

Metan to skrajnie łatwo palny gaz, bezbarwny, bez zapachu, bardzo słabo rozpuszczalny w wodzie, nietoksyczny i mało reaktywny. Pali się bezbarwnym płomieniem. Mieszanina metanu z powietrzem w stężeniu objętościowym 4,5 – 15% ma właściwości wybuchowe. W mieszaninie powyżej 15 % pali się płomieniowo. Jest lżejszy od powietrza i gromadzi się w górnych partiach pomieszczeń.

Tetrafluorometan, trójfleurometan jak i oktofluorocyklobutan, podobnie jak azot, czy argon są gazami cięższymi od powietrza i mogą gromadzić się w dolnych partiach pomieszczeń wypierając tlen.

Sześciofluorek siarki w warunkach normalnych jest gazem nietoksycznym, jednak w podwyższonych temperaturach (powyżej 200°C) i przy obecności wilgoci lub tlenu mogą powstawać niewielkie ilości toksycznych substancji, głównie SF₄. Z powodu dużej gęstości dźwięk rozchodzi się w nim wolniej, w związku z tym ma on właściwości zmniejszające wysokość dźwięku (odwrotnie niż w przypadku gazów lżejszych od powietrza, np. helu). Wdychanie SF₆ może jednak powodować obrzęk płuc – ponieważ jest on gazem cięższym od powietrza, może zalegać w układzie oddechowym.

Silan (krzemowodór) to bezbarwny gaz, o charakterystycznym zapachu, trujący, nierozpuszczalny w wodzie. W zetknięciu z powietrzem jest wybuchowy i samozapalający. Jest cięższy od powietrza.

Oprócz powyższych zagrożeń specyficznych będą występowały jeszcze zagrożenia o charakterze ogólnym, wynikające z parametrów pracy urządzeń (ciśnienie) i wykonywanych czynności.

5.2 Charakterystyka mediów technologicznych

Azot gazowy - jest gazem bezbarwnym, bez smaku i zapachu, trudno rozpuszczalnym w wodzie. Stanowi główny składnik powietrza (ok. 78%). Zwiększenie ilości azotu w powietrzu prowadzi do wytworzenia atmosfery duszącej. Gęstość (masa) właściwa azotu gazowego przy 0°C i 760 mmHg wynosi 1,25 kg/m³, natomiast przy 15°C i 750 mmHg - 1,17 kg/m³. Temperatura wrzenia -196°C; temperatura topnienia -210°C.

Argon gazowy - jest gazem bezbarwnym, bez smaku i zapachu, trudno rozpuszczalnym w wodzie. W powietrzu występuje w ilości 0,93% vol. Jak inne gazy szlachetne argon jest bierny chemicznie. Gęstość (masa) właściwa argonu gazowego przy 0°C i 760 mmHg wynosi 1,893 kg/m³, natomiast przy 15°C i 750 mmHg - 1,669 kg/m³. Temperatura wrzenia -185°C; temperatura topnienia -189°C.

Podtlenek azotu – (gaz rozweselający) jest gazem bezbarwnym, o słabej woni i słodkawym smaku, słabo rozpuszczalnym w wodzie. Jest substancją niepalną lecz jako utleniacz gwałtownie reaguje z materiałami palnymi. Gęstość (masa) właściwa podtlenku azotu wynosi 0,0017 kg/m³. Temperatura wrzenia -88°C; temperatura topnienia -90,9°C.

Tlen gazowy - jest gazem bezbarwnym, bez smaku i zapachu, cięższym od powietrza. Łatwo wchodzi w reakcje zwane utlenianiem. Gwałtowne utlenianie nazywamy spalaniem. Sam tlen jest gazem niepalnym, ale podtrzymującym palenie. Działa utleniająco, zwłaszcza na tłuszcze (smary) powodując ich szybkie spalanie, które przy podwyższonym ciśnieniu tlenu przebiega wybuchowo. Gęstość (masa) właściwa tlenu gazowego przy 0°C i 760 mmHg wynosi 1,429 kg/m³, natomiast przy 15°C i 750 mmHg - 1,337 kg/m³. Temperatura wrzenia -183°C; temperatura topnienia -218°C.

Hel - jest bezbarwnym gazem szlachetnym, jest najmniej aktywnym pierwiastkiem chemicznym. Jest po wodorze drugim najbardziej rozpowszechnionym pierwiastkiem we wszechświecie. Nie ma żadnego znaczenia biologicznego. Gęstość (masa) właściwa helu gazowego wynosi 0,1785 kg/m³. Temperatura wrzenia -269°C. Hel jako jedyny pierwiastek pozostaje ciekły nawet w temperaturze zera bezwzględnego (pod ciśnieniem atmosferycznym) i została się dopiero w podwyższonym ciśnieniu.

Metan – substancja skrajnie łatwo palna.

temperatura zapłonu	nie dotyczy, gaz
temperatura samozapłonu	580°C
granica wybuchowości w powietrzu	- dolna 5 % obj. - górna 15 % obj.

ciepło spalania	57 MJ / kg
klasa temperaturowa	T1
grupa wybuchowości	I, II A
gęstość gazu względem powietrza	0,55
masa cząsteczkowa	16,043
gęstość gazu (0°C; 1013 hPa)	0,72 kg/m ³

Tetrafluorometan – organiczny związek chemiczny, połączenie węgla i fluoru, pochodna metanu (wszystkie atomy wodoru w metanie zastąpione atomami fluoru). W normalnych warunkach występuje jako bezbarwny gaz, wykazujący nieznaczną toksyczność i korozyjność. Słabo rozpuszcza się w wodzie. Gęstość (masa) właściwa tetrafluorometanu przy 0°C i 1013 hPa wynosi 0,0039 g/cm³, natomiast przy 15°C i 1000 hPa – 0,0036 g/cm³. Temperatura wrzenia -128°C; temperatura topnienia -183°C.

Trójfluorometan – substancja niepalna, bezbarwna o lekko eterycznym zapachu, słabo rozpuszczalna w wodzie, używana jako czynnik chłodniczy i środek gaśniczy ze względu na niską toksyczność, małą reaktywność i dużą gęstość. Jest potencjalnym gazem cieplarnianym. Gęstość (masa) właściwa trójfluorometanu gazowego wynosi 0,0028 g/cm³, natomiast ciekłego – 1,52 g/cm³. Temperatura wrzenia -82°C; temperatura topnienia -155°C.

Sześćciofluorek siarki – to bezbarwny gaz, bez smaku i zapachu, ok. 5 razy cięższy niż powietrze, dobrze przewodzi ciepło (ok. trzykrotnie lepiej niż powietrze), jest niepalny, mało aktywny chemicznie oraz w warunkach normalnych jest nietoksyczny (porównywalny z gazami szlachetnymi, jak np. argon lub hel). Gęstość (masa) właściwa sześćciofluorku siarki gazowego wynosi 0,0064 g/cm³, natomiast ciekłego – 1,845 g/cm³. Temperatura topnienia -49°C.

Oktofluorocyklobutan – jest bezbarwnym gazem, obojętnym chemicznie. Gęstość (masa) właściwa oktofluorocyklobutanu wynosi 1,65 g/cm³. Temperatura wrzenia -6°C; temperatura topnienia -40,1°C.

Silan – skrajnie łatwopalny gaz

temperatura zapłonu	niedostępne
temperatura samozapłonu	niedostępne
temperatura rozkładu	400°C
granica wybuchowości w powietrzu	- dolna 1,4 % obj. - górna 96 % obj.
temperatura wrzenia	-111°C
temperatura topnienia	-185°C
gęstość gazu względem powietrza	0,68

5.3 *Eliminowanie i ograniczanie zagrożeń.*

Eliminowanie i ograniczanie zagrożeń występujących przy pracy z powyższymi instalacjami polega głównie na utrzymywaniu ich w należytym stanie technicznym i przestrzeganiu zasad bezpiecznej pracy określonych w instrukcji obsługi co praktycznie eliminuje występujące zagrożenia.

Instalacje mogą być dopuszczone do pracy po spełnieniu wymogów wynikających z obowiązujących przepisów, w szczególności po ich dopuszczeniu do eksploatacji.

Do eksploatacji może być dopuszczone jedynie instalacja sprawna - szczelna. Nie wolno eksploatować instalacji, na której wystąpiły jakiegokolwiek nieszczelności poza naturalnymi wynikającymi z konstrukcji urządzeń - taką instalację należy natychmiast zatrzymać i dokonać naprawy.

Do obsługi instalacji mogą być dopuszczeni jedynie pracownicy zdrowi, posiadający odpowiednie kwalifikacje tj. przeszkoleni do pracy. Muszą oni być zapoznani z własnościami mediów technologicznych, znać instrukcje obsługi, oraz ogólne instrukcje BHP i ppoż.

Pracownicy obsługujący instalację czynnika utleniającego (tlenu lub podtlenu azotu) muszą być wyposażeni w czystą, nie zatłuszczoną odzież, rękawice i inny sprzęt ochronny oraz w nie zatłuszczone narzędzia.

Nie wolno wykonywać żadnych prac na instalacji utleniającej zatłuszczonymi rękami, w zatłuszczonej (zasmarowanej) odzieży i rękawicach oraz zatłuszczonymi narzędziami!

Minimalizowanie prawdopodobieństwa wystąpienia atmosfery wybuchowej i eliminowanie źródeł zapłonu w przypadku instalacji z gazami palnymi (metan, siłan) obejmuje również przedsięwzięcia o charakterze organizacyjno – technicznym, które na bieżąco należy wdrażać i przestrzegać w tym:

- zaktualizować Instrukcję Bezpieczeństwa Pożarowego
- prace niebezpieczne pożarowo, konserwacyjne i naprawcze wykonywać zgodnie z wymogami § 36 Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów

- stosować (używać) ubrania robocze nie gromadzące ładunków elektrostatycznych
- stosować narzędzia nieiskrzące, eliminujące powstanie iskier krzesanych
- instalację elektryczną, odgromową i uziemiającą poddawać badaniom zgodnie z ustalonymi terminami.

5.4 Bezpieczeństwo przy naprawach.

Naprawa instalacji może być wykonana po spełnieniu następujących warunków:

- zamknięcie dopływu medium technologicznego do miejsca uszkodzenia – zawory regulacyjne nie stanowią zamknięcia
- naprawy mogą być wykonywane tylko przez osoby przeszkolone do wykonywania tych prac
- naprawy powinny być wykonywane zgodnie ze stanowiskową instrukcją bezpieczeństwa i higieny pracy, która powinna określać:
 - identyfikację potencjalnych zagrożeń
 - środki bezpieczeństwa
 - sposób wykonywania prac
- prace naprawcze powinny być wykonywane wyłącznie na pisemne pozwolenie przedsiębiorcy
- po wykonanej naprawie należy wykonać próbę szczelności i wytrzymałości

6. WARUNKI OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ.

Warunki ochrony przeciwpożarowej opracowano zgodnie z wymaganiami zawartymi w § 4.1. Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 02.12.2015 r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej [Dz. U. 2015, poz.2117].

6.1 Powierzchnia, wysokość i liczba kondygnacji;

- *nie dotyczy* (opracowanie dotyczy modernizacji istniejących instalacji gazów technicznych)

Ogólna charakterystyka obiektu.

Istniejące stanowiska magazynowania butli gazów technicznych to metalowe,

zamykane, nie ogrzewane szafy (szt. 7).

Szafy przeznaczone są dla ochrony butli przed wpływami z otoczenia i zabezpieczają przed dostępem osób niepowołanych. Jednocześnie szafy zapewniają ochronę pomieszczenia przed ewentualnym rozszczelnieniem się instalacji i wpływem gazów do pomieszczenia z wynikającymi stąd zagrożeniami.

Wewnątrz szaf ustawione są max dwie butle z gazami technicznymi (dokładne rozmieszczenie istniejących szaf z butlami gazów technicznych – patrz rysunek nr 37.20-20.10), mocowane do tylnej ścianki szafy i połączone spiralą do zabudowanych w szafie paneli butlowych.

Istniejące rozmieszczenie szaf butli gazowych, a także ilość butli i rodzaj magazynowanych gazów technicznych nie ulegną zmianie.

W obiekcie występują substancje palne (metan, silan) – projektowana modernizacja istniejących instalacji nie spowoduje zwiększenia ilości występujących substancji palnych – strefy zagrożenia wybuchem nie ulegną zmianie.

Zasady używania i przechowywania materiałów niebezpiecznych ujęte są w rozdziale 3 [§ 7, 8 i 9] rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. nr 109, poz. 719).

Rozbudowa istniejących instalacji gazów technicznych – nie spowoduje zmiany obciążenia ogniowego budynku.

Pomieszczenie, w którym lokalizuje się reaktory plazmowe zalicza się do obiektów typu PM tj. produkcyjno-magazynowe i kategorii zagrożenia ludzi nie wyznacza się.

Przewidywane zagrożenie pożarowe pomieszczenia określa się jako średnie. W warunkach prowadzenia działalności polegającej na przechowywaniu i pobieraniu rurociągiem palnych substancji gazowych [metan, silan] możliwości powstania pożaru są następujące:

- wyciek, w wyniku awarii - rozszczelnienia instalacji, przechowywanego gazu palnego i jego zapłon np. od elektryczności statycznej.

Rzeczywista możliwość powstania pożaru jest mała z uwagi na zastosowanie odpowiednich zabezpieczeń organizacyjnych, w tym m.in.:

- ujęcie procedur bezpiecznego postępowania w instrukcji bezpieczeństwa pożarowego,
- zakaz używania narzędzi iskrzących na instalacji gazów palnych,
- składowanie gazu palnego w zamkniętej, wentylowanej osłonie, zabezpieczającej przed dostępem osób postronnych.

Przewiduje się że ewentualne powstałe pożary będą zauważone [wykryte] przez pracowników i ugaszone przy pomocy gaśnicy śniegowej.

W tym celu projektuje się wyposażyć pomieszczenie w gaśnicę śniegową GS-5x, przystosowaną do gaszenia pożarów typu ABC, zawieszoną na wieszaku na ścianie obiektu w sąsiedztwie stanowiska reaktorów plazmowych. Punkt z gaśnicą oznakować zgodnie z obowiązującymi przepisami.

6. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW I ARMATURY

L.p.	Poz. schematu	Charakterystyka	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5
INSTALACJA GAZÓW TECHNICZNYCH DLA REAKTORA PLAZMOWEGO SENTECH				
Instalacja gazów technicznych (butle)				
1	V10, V11, V12, V13, V14, V15, V16, V17, V18	Zawór odcinający SWAGELOK typ SS-42GVCR4 1/4"	9 szt.	
2	R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17	Reduktor ciśnienia TESCOM max p wyj. = 4,1 bar 1/4"	8 szt.	
3	PI	Manometr Ø 50 (2") TESCOM -1 do 3 bar	8 szt.	
4		Rura elektropolerowana Ø 6,35x0,89 materiał 316L	35 mb	Ilość przybliżona
5		Uchwyty, materiały montażowe, kolanka, trójniki	wg potrzeb	
Instalacja gazów technicznych sieciowych i helu				
6	V30	Zawór odcinający SWAGELOK typ SS-42GVCR4 1/4"	1 szt.	
7	V32, V33, V34, V35	Zawór odcinający SWAGELOK typ SS-42GS4 1/4"	4 szt.	
8	V31	Zawór odcinający SWAGELOK typ SS-43GS6 3/8"	1 szt.	
9	R30, R33	Reduktor ciśnienia TESCOM max p wyj. = 4,1 bar 1/4"	2 szt.	
10	R31, R32	Reduktor ciśnienia TESCOM max p wyj. = 17 bar 1/4"	2 szt.	
11	PI30	Manometr Ø 50 (2") TESCOM -1 do 3 bar	1 szt.	
12	PI31, PI32	Manometr Ø 50 (2") TESCOM 0 do 10 bar	2 szt.	
13	PI33	Manometr Ø 50 (2") TESCOM -1 do 2 bar	1 szt.	
14	F	Filtr 0,5 microns SWAGELOK typ SS-4F-05 1/4"	1 szt.	

15	N30	Zawór zwrotny SWAGELOK typ SS-4C-1 1/4"	1 szt.	
16	FI30, FI31	Rotametr COLE-PARMER typ 32460-46 20 LPM (l/min)	2 szt.	
17	FI32	Rotametr COLE-PARMER typ 32460-44 5 LPM (l/min)	1 szt.	
18		Rura Ø 6,35x0,89 materiał 316L	15 mb	Ilość przybliżona
19		Rura Ø 9,53x1,0 materiał 316L	5 mb	Ilość przybliżona
20		Uchwyty, materiały montażowe, kolanka, trójniki	wg potrzeb	
INSTALACJA GAZÓW TECHNICZNYCH DLA REAKTORA PLAZMOWEGO OXFORD				
Instalacja gazów technicznych (butle)				
21	V20, V21, V22, V23, V24, V25	Zawór odcinający SWAGELOK typ SS-42GVCR4 1/4"	6 szt.	
22	R20, R21, R22, R23, R24, R25	Reduktor ciśnienia TESCOM p wyj. = 4,1 bar 1/4"	6 szt.	
23	PI	Manometr Ø 50 (2") TESCOM -1 do 3 bar	6 szt.	
24		Rura elektropolerowana Ø 6,35x0,89 materiał 316L	30 mb	Ilość przybliżona
25		Taśma grzewcza nr katalogowy 03111-13 COLE-PARMER 312W, 240V, 1,3A + izolacja pianką poliuretanową	4 szt.	
26		Uchwyty, materiały montażowe, kolanka, trójniki	wg potrzeb	
Instalacja gazów technicznych sieciowych i helu				
27	V30	Zawór odcinający SWAGELOK typ SS-42GVCR4 1/4"	1 szt.	
28	V32, V33, V34, V35	Zawór odcinający SWAGELOK typ SS-42GS4 1/4"	4 szt.	
29	V31	Zawór odcinający SWAGELOK typ SS-43GS6 3/8"	1 szt.	
30	R30, R33	Reduktor ciśnienia TESCOM p wyj. = 4,1 bar 1/4"	2 szt.	
31	R31, R32	Reduktor ciśnienia TESCOM p wyj. = 17 bar 1/4"	2 szt.	
32	PI30	Manometr Ø 50 (2")	1 szt.	

		TESCOM -1 do 3 bar		
33	PI31, PI32	Manometr Ø 50 (2") TESCOM 0 do 10 bar	2 szt.	
34	PI33	Manometr Ø 50 (2") TESCOM -1 do 2 bar	1 szt.	
35	F	Filtr 0,5 microns SWAGELOK typ SS-4F-05 1/4"	1 szt.	
36	N30	Zawór zwrotny SWAGELOK typ SS-4C-1 1/4"	1 szt.	
37	FI30, FI31	Rotametr COLE-PARMER typ 32460-46 20 LPM (l/min)	2 szt.	
38	FI32	Rotametr COLE-PARMER typ 32460-44 5 LPM (l/min)	1 szt.	
39		Rura Ø 6,35x0,89 materiał 316L	15 mb	Ilość przybliżona
40		Rura Ø 9,53x1,0 materiał 316L	5 mb	Ilość przybliżona
41		Uchwyty, materiały montażowe, kolanka, trójniki	wg potrzeb	

Uwagi:

1. Rodzaj i ilości materiałów instalacyjnych i montażowych jak uchwyty mocujące, kolanka i inne ustalić i rozliczyć w czasie montażu.
2. Ilość wymaganych rur podano z 20% naddatkiem.
3. Zestawienie materiałów zawiera również specyfikację instalacji CHF3, której modernizacja wymaga zweryfikowania.