

AVANCE NEO Systems

- Ogólne uwagi dotyczące bezpieczeństwa
Instrukcja obsługi
Version 001



Copyright © by Bruker Corporation

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadnej części niniejszej publikacji nie można powielać, przechowywać w systemie, z którego można ją wyodrębnić, ani przekazywać w jakiegokolwiek formie ani jakimkolwiek sposobem bez uprzedniej zgody wydawcy. Wykorzystywane nazwy produktów stanowią znaki towarowe lub zastrzeżone znaki towarowe ich odpowiednich właścicieli.

© grudnia 02, 2019 Bruker Corporation

Numer dokumentu: 10000063302

Nr kat.: H171764PL

Spis treści

1	Wstęp	5
1.1	Przeznaczenie	5
1.2	Deklaracja zasad	6
1.3	Przeznaczenie niniejszej instrukcji	6
1.4	Bezpieczeństwo magnetyczne	6
1.4.1	Zasady bezpieczeństwa w strefie wewnętrznej	7
1.4.2	Zasady bezpieczeństwa w strefie zewnętrznej	7
1.5	Bezpieczeństwo podczas pracy z cieciami kriogenicznymi	8
1.6	Bezpieczeństwo elektryczne	8
1.7	Bezpieczeństwo chemiczne	8
1.8	Certyfikat CE	8
1.9	Warunki pracy	9
1.10	Znaki i tabliczki	9
1.11	Współczynniki przeliczania z jednostek SI na amerykańskie	11
2	Bezpieczeństwo w pracy z konsolą	13
2.1	Ogólne instrukcje bezpieczeństwa	13
2.2	Uziemienie i wyrównywanie potencjałów spektrometrów Avance	13
2.3	Bezpieczeństwo konsoli	15
2.3.1	Wyłączenie normalne	15
2.3.2	Wyłączenie awaryjne	16
2.4	AVANCE NEO AQS	17
2.4.1	Wyłączenie awaryjne	17
2.4.2	Bezpieczeństwo personelu	17
2.5	BSMS/2	18
2.5.1	Wyłączenie awaryjne	18
2.5.2	Bezpieczeństwo personelu	18
2.6	Bezpieczeństwo nadajnika	19
2.6.1	Bezpieczeństwo nadajnika	19
2.6.1.1	Etykiety bezpieczeństwa	20
2.6.2	Wyłączenie awaryjne	20
3	Bezpieczeństwo magnesu	21
3.1	Pole magnetyczne	22
3.1.1	Ekranowanie	22
3.1.2	Elektroniczne, elektryczne i mechaniczne implanty medyczne	22
3.1.3	Implanty chirurgiczne i urządzenia protetyczne	23
3.1.4	Działanie urządzeń	23
3.1.5	Przed naładowaniem magnesu	23
3.1.6	Po naładowaniu pola w magnesie	23
3.1.7	Ogólne środki bezpieczeństwa	24
3.2	Strefa kontrolowanego dostępu	24
3.3	Bezpieczne postępowanie z substancjami kriogenicznymi	25
3.3.1	Typy substancji	25

3.3.2	Ogólne zasady bezpieczeństwa	25
3.3.3	Dewary do transportu substancji kriogenicznych	26
3.3.4	Zagrożenia dla zdrowia	26
3.3.5	Pierwsza pomoc	26
3.3.6	Odzież ochronna	26
3.3.7	Inne zasady bezpieczeństwa	27
3.3.8	Palenie tytoniu	27
3.4	Uzupełnianie ciekłego azotu	27
3.4.1	Skraplanie tlenu	27
3.4.2	System przepływu azotu	28
3.4.3	Inne zasady ogólne	28
3.5	Uzupełnianie ciekłego helu	28
3.5.1	Zbiornik z helem	28
3.5.2	Instrukcja napełniania helem	29
3.5.3	Szybkie uzupełnianie helu	29
3.6	Wentylacja	29
3.6.1	Wentylacja podczas normalnej pracy	30
3.6.2	Wentylacja awaryjna podczas instalacji lub quenchu magnezu	30
3.6.3	Wyciąg awaryjny	30
3.6.4	Czujnik tlenu i czujniki poziomu	31
4	Kwestie bezpieczeństwa dotyczące sond	33
4.1	Kwestie związane z bezpieczeństwem personelu	33
4.1.1	Pierwsza pomoc	34
5	Bezpieczeństwo sondy CryoProbe	35
5.1	Wyłączenie awaryjne	35
5.2	Kwestie związane z bezpieczeństwem personelu	36
5.2.1	Pierwsza pomoc	36
5.3	Dostarczanie helu w postaci gazu pod ciśnieniem	37
5.4	Bezpieczeństwo elektryczne	37
5.5	Bezpieczeństwo sprzętu	38
6	Bezpieczeństwo CryoProbe Prodigy	39
6.1	Kwestie związane z bezpieczeństwem personelu	39
6.1.1	Pierwsza pomoc	40
	Kontakt	41
	Lista rysunków	43
	Lista tabeli	45
	Indeks	47

1 Wstęp

Celem niniejszej instrukcji jest podsumowanie zaleceń bezpieczeństwa, które dotyczą tego systemu. Nie zastępuje ona poszczególnych instrukcji obsługi, natomiast ma zapewnić szybki i łatwy dostęp do istotnych informacji dotyczących kwestii bezpieczeństwa. W związku z tym jeden jej egzemplarz powinien być zawsze dostępny na stanowisku operatora. Należy zadbać, aby każdy operator systemu rozumiał znaczenie tej instrukcji. Oprócz tego każdy operator powinien przeczytać tę instrukcję, by poznać wszelkie zagrożenia, które mogą być związane z użytkowaniem systemu.

Ilustracje zamieszczone w niniejszej instrukcji mają charakter ogólny i informacyjny, w związku z czym mogą nie odzwierciedlać konkretnego modelu sprzętu firmy Bruker, jego elementu lub wersji zainstalowanego oprogramowania. Części opcjonalne i wyposażenie dodatkowe mogą, ale nie muszą być ukazane na ilustracjach.

Dokładnie przeczytać wszystkie stosowne rozdziały przed rozpoczęciem pracy z urządzeniem!

1.1 Przeznaczenie

Systemy AVANCE firmy Bruker powinny być używane wyłącznie zgodnie z ich przeznaczeniem tak, jak to opisano w odpowiednich instrukcjach oraz w tym rozdziale.

Wykorzystanie urządzenia w jakimkolwiek innym celu jest działaniem na własne ryzyko użytkownika i wyklucza wszelkie gwarancje producenta. Czynności serwisowe i konserwacyjne przy konsolach muszą być przeprowadzane wyłącznie przez wykwalifikowany personel. Urządzenie może być obsługiwane tylko przez osoby przeszkolone w zakresie postępowania się spektrometrami firmy Bruker.

Systemy AVANCE firmy Bruker są spektrometrami o ultrawysokiej precyzji, przeznaczonymi do analizy struktur chemicznych i własności molekularnych. Małe próbki cieczy lub ciał stałych umieszcza się w niezwykle silnym polu magnetycznym. Próbki są napromieniowywane krótkimi impulsami fal radiowych, po czym analizowane są słabe fale radiowe emitowane przez magnetycznie aktywne jądra atomów wybranych pierwiastków chemicznych zawartych w próbkach. Technika ta nazywa się spektroskopią magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR).

Spektrometry AVANCE dostępne są z magnesami o osiach pionowych i natężeniu pola od 7 T do ponad 20 T i szerokości szczeliny magnesu od 54 mm do 155 mm. Typowe próbki mają masę od nanogramów do niecałego grama.

Metoda ta umożliwia określenie lub potwierdzenie struktury substancji chemicznych i biochemicznych oraz mieszanin, w tym informacji o ruchomości molekuł i ich interakcjach.

Metodę tę wykorzystuje się także do uzyskania informacji o rozmieszczeniu magnetycznie aktywnych jąder w próbce (obrazowanie NMR, mikroskopia NMR).

Spektrometry NMR znajdują zwykle zastosowanie we wszystkich obszarach badań naukowych i przemysłowych, kontroli jakości w inżynierii materiałowej, chemii organicznej i nieorganicznej, a także w analizie próbek biologicznych.

Spektrometry linii AVANCE mogą współpracować z szeroką gamą wyposażenia dodatkowego takiego jak:

- regulator temperatury,
- pneumatyczny regulator MAS umożliwiający szybkie obracanie próbek,
- sterownik gradientów pola magnetycznego,
- HPLC i jego wyposażenie przepływowe
- automatyczne zmieniacze próbek,
- automatyczny preparator próbek,
- specjalne sondy ultra-niskotemperaturowe (sondy CryoProbe z akcesoriami).

Spektrometry AVANCE nie są przeznaczone do:

- badania materiałów ferromagnetycznych.

Ze względu na wymagania prawne, spektrometry AVANCE nie są dopuszczone do zastosowań diagnostycznych w medycynie takich jak IVD.

1.2 Deklaracja zasad

Zasadą firmy Bruker jest ulepszanie produktów, gdy dostępne stają się nowe techniki i elementy. Firma Bruker zastrzega sobie prawo do wprowadzania zmian w danych technicznych w dowolnym momencie.

Dołożono wszelkich starań, by uniknąć błędów w tekście i ilustracjach zawartych w niniejszej publikacji. Zachęcamy do przesyłania komentarzy do niniejszej publikacji, które pomogą uczynić dokumentację bardziej kompletną i użyteczną. Technikom serwisu zaleca się regularne zapoznawanie się z aktualnymi informacjami firmy Bruker.

Firma Bruker czuje się zobligowana dostarczać klientom nowatorskie, przyjazne dla środowiska produkty i usługi o wysokiej jakości.

1.3 Przeznaczenie niniejszej instrukcji

Celem niniejszej instrukcji jest podsumowanie zasad bezpieczeństwa, które dotyczą systemu AVANCE. Nie zastępuje ona poszczególnych instrukcji obsługi, natomiast ma zapewnić szybki i łatwy dostęp do istotnych informacji dotyczących kwestii bezpieczeństwa. W związku z tym jeden jej egzemplarz powinien być zawsze dostępny na stanowisku operatora. Należy zadbać, aby każdy operator systemu rozumiał znaczenie tej instrukcji. Oprócz tego każdy operator powinien przeczytać tę instrukcję, by poznać wszelkie zagrożenia, które mogą być związane z użytkowaniem systemu AVANCE.

1.4 Bezpieczeństwo magnetyczne

Pod względem bezpieczeństwa spektrometry NMR różnią się od większości innego sprzętu laboratoryjnego obecnością stosunkowo silnych magnesów. Podczas projektowania laboratorium NMR lub szkolenia personelu, który będzie pracował w laboratorium lub w jego pobliżu, żadna inna kwestia nie ma większego znaczenia. Dopóki przestrzegane są odpowiednie procedury praca w pobliżu magnesów nadprzewodzących jest całkowicie bezpieczna i nie są znane związane z nią żadne szkodliwe pod względem medycznym skutki uboczne. Zaniedbanie może jednak spowodować poważne wypadki. Ważne jest, aby osoby pracujące w pobliżu magnesu w pełni rozumiały potencjalne zagrożenia.

Jest niezwykle ważne, by osoby z rozrusznikami serca lub metalowymi implantami nigdy nie znajdowały się w pobliżu magnesu.

Wokół magnesu we wszystkich kierunkach rozchodzi się rozproszone pole magnetyczne. Pole to (tzw. pole rozproszone) jest niewidoczne i dlatego w odpowiednich miejscach należy umieścić znaki ostrzegawcze. Obiekty wykonane z materiałów ferromagnetycznych, np. żelazo, stal itp. będą przyciągane do magnesu. Jeśli obiekt ferromagnetyczny znajdzie się zbyt blisko magnesu, może nagle zostać przyciągnięty do niego z zaskakującą siłą. Może to spowodować uszkodzenie magnesu lub obrażenia znajdujących się w pobliżu osób!

Ponieważ siła pola rozproszonego szybko spada w miarę oddalania się od magnesu, warto omawiać kwestie bezpieczeństwa w odniesieniu do dwóch umownych obszarów – strefy wewnętrznej i strefy zewnętrznej. Koncepcja strefy wewnętrznej i strefy zewnętrznej jest szczególnie przydatna w przypadku organizowania laboratorium oraz definiowania dobrych praktyk stosowanych podczas pracy.

Fizyczna wielkość tych dwóch stref będzie zależęć od wielkości magnesu. Im większy magnes, tym silniejsze rozproszone pole magnetyczne, i w związku z tym większy zasięg obu stref. Szczegółowe informacje na temat pól rozproszonych różnych magnesów można znaleźć w poradnikach planowania przestrzennego dostarczonych z DVD BASH.

1.4.1 Zasady bezpieczeństwa w strefie wewnętrznej

Strefa wewnętrzna rozciąga się od środka magnesu do linii 1 mT (10 gausów). W tym obszarze przedmioty mogą zostać nagle przyciągnięte do magnesu. Siła przyciągania magnesu może na bardzo małej odległości zmienić się od ledwie zauważalnej do bardzo dużej. W żadnym wypadku w tej strefie nie mogą się znajdować ani być do niej wnoszone jakiegokolwiek ciężkie przedmioty ferromagnetyczne.

Wszelkie drabiny używane podczas prac przy magnesie powinny być wykonane z niemagnetycznych materiałów takich jak aluminium. Naczynia z helem i azotem, używane do uzupełniania poziomu cieczy wewnątrz magnesu, muszą być wykonane z materiałów niemagnetycznych.

Nie wolno dopuścić, aby na podłodze koło magnesu leżały drobne stalowe przedmioty (wkrętki, śruby itp.). Mogą one poważnie uszkodzić magnes w przypadku wciągnięcia do jego wnętrza, zwłaszcza gdy wewnątrz nie znajduje się sonda.

Mechaniczne zegarki mogą ulec uszkodzeniu po wniesieniu do strefy wewnętrznej. Zegarki cyfrowe można nosić bezpiecznie. Oczywiście w strefie wewnętrznej obowiązują również wszystkie omówione poniżej zalecenia dotyczące strefy zewnętrznej.

1.4.2 Zasady bezpieczeństwa w strefie zewnętrznej

Strefa zewnętrzna rozciąga się od linii 1 mT (10 gausów) do linii 0,3 mT (3 gausy). Pole rozproszone magnesu przenika przez ściany, podłogi i sufity, dlatego strefa zewnętrzna może obejmować również sąsiednie pomieszczenia. Pole rozproszone może niszczyć dane zapisane na nośnikach magnetycznych, takich jak taśmy czy dyski. Uszkodzeniu mogą również ulec wszelkie urządzenia wyposażone w pasek magnetyczny, takie jak karty bankowe czy przepustki. Dyski CD/DVD nie zostaną uszkodzone, choć napędy CD/DVD mogą zawierać elementy magnetyczne. Stalowe butle z gazem pod ciśnieniem powinny się znajdować daleko poza strefą zewnętrzną (najlepiej poza pomieszczeniem, w którym znajduje się magnes) i muszą być zawsze prawidłowo zamocowane do ściany. Poza strefą zewnętrzną nie trzeba przestrzegać żadnych szczególnych zaleceń związanych z rozproszonym polem magnetycznym.

1.5 Bezpieczeństwo podczas pracy z cieczami kriogenicznymi

Magnes zawiera stosunkowo duże ilości ciekłego helu i azotu. Ciecze te, określane jako kriogeny, służą do utrzymywania rdzenia magnesu w bardzo niskiej temperaturze.

Ze względu na bardzo niskie temperatury należy nosić rękawice, koszulę z długimi rękawami lub fartuch laboratoryjny i okulary ochronne podczas pracy z kriogenami. Bezpośredni kontakt z tymi cieczami może powodować odmrożenia. Osoba odpowiedzialna za system powinna regularnie sprawdzać i zapewnić możliwość odprowadzania parujących gazów tj. drożność zaworów bezpieczeństwa. Nie należy podejmować próby uzupełniania magnesu heliem lub azotem o ile użytkownik nie został przeszkolony we właściwej procedurze.

Hel i azot to gazy nietoksyczne. Jednak ze względu na możliwość nagłej utraty nadprzewodnictwa przez magnes (quench), gdy pomieszczenie mogą szybko wypełnić odparowane gazy, należy zapewnić odpowiednią wentylację.

1.6 Bezpieczeństwo elektryczne

Spektrometr nie jest ani bardziej, ani mniej niebezpieczny, niż jakiegokolwiek inne typowe urządzenie elektroniczne czy pneumatyczne i należy się z nim obchodzić należyście. Nie zdejmować pokryw ochronnych z poszczególnych jednostek urządzenia, nie odłączać uziemienia. Zapewniają one bezpieczeństwo i mogą być zdejmowane wyłącznie przez wykwalifikowany personel serwisowy. Panel główny z tyłu konsoli można usunąć za pomocą dwóch śrub szybkozwalniających, ale powinien to wykonać wyłącznie przeszkolony personel. Należy pamiętać, że wentylatory chłodzące na tylnym panelu, o ile nie zostaną rozłączone, będą nadal działać, nawet po usunięciu panelu.

Przed konserwacją, naprawą lub transportem system lub jego elementy należy całkowicie wyłączyć i odłączyć od sieci zasilającej lub rozłączyć i zdemontować ze stelaża. Szczegółowe informacje można znaleźć w instrukcjach poszczególnych elementów.

1.7 Bezpieczeństwo chemiczne

Użytkownicy powinni mieć pełną świadomość wszelkich zagrożeń związanych z badanymi próbkami. Związki organiczne mogą być wysoce łatwopalne, żrące, rakotwórcze itp.

1.8 Certyfikat CE

Wszystkie główne podzespoły spektrometru umieszczone w konsolach AVANCE oraz jednostki peryferyjne takie jak magnes, HPPR, podkładki, sonda oraz urządzenia chłodzące są zgodne z Deklaracją CE. Odnosi się do poziomu jakiegokolwiek rozproszonego promieniowania elektromagnetycznego, które może być emitowane, jak również standardowych zagrożeń elektrycznych. Należy pamiętać, że drzwi konsoli powinny być zamknięte, a tylna obudowa zamontowana w celu przeciwdziałania wyciekowi promieniowania.

1.9 Warunki pracy

Dopuszczalne temperatury otoczenia:	od 5 do 35 °C
Dopuszczalna wysokość:	do 2000 metrów n.p.m.
Wilgotność względna:	maksymalna 80% do 31 °C, potem maleje liniowo do 65% przy 35 °C.
Dopuszczalne temperatury przechowywania:	od 5 do 40 °C
Stopień ochrony:	IP 20

Tabela 1.1: Warunki pracy spektrometru

Moc pobierana przez różne systemy spektrometrów zależy od ich konfiguracji. Dodatkowe informacje o pobieranej mocy można znaleźć w odpowiedniej instrukcji przygotowania laboratorium „Site Planning Manual”.

1.10 Znaki i tabliczki

Znaki i tabliczki zawsze odnoszą się do ich najbliższego otoczenia. Na spektrometrze i wokół niego znajdują się następujące znaki i tabliczki:

	<p>Znak zakazu: Zakaz przebywania osób z rozrusznikami serca</p> <ul style="list-style-type: none"> Przebywanie w oznaczonej strefie powoduje zagrożenie dla osób z rozrusznikami serca i w związku z tym jest zabronione!
	<p>Znak zakazu: Zakaz przebywania osób z implantami</p> <ul style="list-style-type: none"> Przebywanie w oznaczonej strefie powoduje zagrożenie dla osób z metalowymi implantami i w związku z tym jest zabronione!
	<p>Znak zakazu: Zakaz przebywania kobiet w ciąży.</p> <ul style="list-style-type: none"> Przebywanie w oznaczonej strefie powoduje zagrożenie dla kobiet w ciąży i w związku z tym jest zabronione!
	<p>Znak zakazu: Zakaz wnoszenia zegarków i urządzeń elektronicznych</p> <ul style="list-style-type: none"> W oznaczonej strefie zegarki i urządzenia elektroniczne mogą ulec uszkodzeniu!
	<p>Znak zakazu: Zakaz wnoszenia kart kredytowych i nośników magnetycznych!</p> <ul style="list-style-type: none"> W oznaczonej strefie karty kredytowe i nośniki magnetyczne mogą ulec uszkodzeniu!





	<p>Znak zakazu: Nie dotykać!</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nie dotykać oznaczonego obszaru.
	<p>Znak ostrzegawczy: Ostrzeżenie!</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zignorowanie może spowodować obrażenia ciała!
	<p>Uwagi: Porada użytkowa.</p>
	<p>Znak ostrzegawczy: Silne pole magnetyczne!</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zakaz wnoszenia nośników magnetycznych. • Zakaz wnoszenia biżuterii. • Zakaz wnoszenia przedmiotów metalowych.
	<p>Znak ostrzegawczy: Urządzenie elektryczne pod napięciem. Dotknięcie grozi śmiercią lub kalectwem!</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dotknięcie przewodów elektrycznych pod napięciem w razie uszkodzenia izolacji może spowodować śmierć lub obrażenia ciała!
	<p>Urządzenie wrażliwe na wyładowania elektrostatyczne</p> <ul style="list-style-type: none"> • Przy obchodzeniu się z urządzeniem przestrzegać odpowiednich środków ostrożności.
	<p>Złącze przewodu ochronnego (uziemienia)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oznaczenie każdego złącza służącego do podłączenia przewodu ochronnego lub uziemiającego, zabezpieczającego przed porażeniem w przypadku awarii.

Tabela 1.2: Znaki i tabliczki

1.11 Współczynniki przeliczania z jednostek SI na amerykańskie

Poniższe współczynniki zostały wykorzystane do przeliczania wartości użytych w niniejszej instrukcji.

Pomiar	Jednostki układu SI	Standardowe jednostki amerykańskie	Współczynnik przeliczania (zaokrąglony do najbliższej setnej)
Długość	metr (m)	stopa (ft.)	1 m = 3,28 stopy
	centymetry (cm)	cal (in.)	1 m = 39,37 cala 1 cm = 0,39 cala
Powierzchnia	metr kwadratowy (m ²)	stopa kwadratowa (ft. ²)	1 m ² = 10,76 ft. ²
Objętość	metr sześcienny (m ³)	stopa sześcienna (ft. ³)	1 m ³ = 35,32 ft. ³
	litr (l)	kwarta (qt.)	1 l = 1,06 qt. (cieczy)
Masa	kilogram (kg)	funty (lbs.)	1 kg = 2,21 funta
Ciśnienie	bar	funty na cal kwadratowy	1 bar = 14,51 psi
		atmosfera (atm)	1 bar = 0,99 atm (standard)
Temperatura	°C	°F	$F = C \times 1,8 + 32$
	°F	°C	$C = (F - 32) / 1,8$
Natężenie pola magnetycznego	tesla (T)	gaus (G)	1 T = 10 ⁴ G

Tabela 1.3: Współczynniki przeliczania z jednostek SI na amerykańskie

2 Bezpieczeństwo w pracy z konsolą

2.1 Ogólne instrukcje bezpieczeństwa

Użytkownik spektrometru powinien regularnie sprawdzać sprzęt pod kątem ewentualnych uszkodzeń lub zużycia i w przypadku zauważenia jakichkolwiek odchyłeń od normy niezwłocznie poinformować serwis.

W przypadku wątpliwości co do stanu któregokolwiek z elementów nie używać sprzętu i poinformować serwis!

W mało prawdopodobnym przypadku pojawienia się którejs z poniższych okoliczności należy odłączyć zasilanie, poinformować serwis i poprosić o instrukcje postępowania:

- kabel zasilający, wtyczka lub zasilacz są popękane, kruche lub uszkodzone,
- pojawiają się objawy przegrzewania,
- istnieje pewność lub podejrzenie, że do wnętrza którejkolwiek z obudów dostała się ciecz,
- kabel zasilający lub zasilacz miały kontakt z jakąkolwiek cieczą,
- urządzenie lub jego elementy zostały upuszczone lub w jakikolwiek sposób uszkodzone.

2.2 Uziemienie i wyrównywanie potencjałów spektrometrów Avance

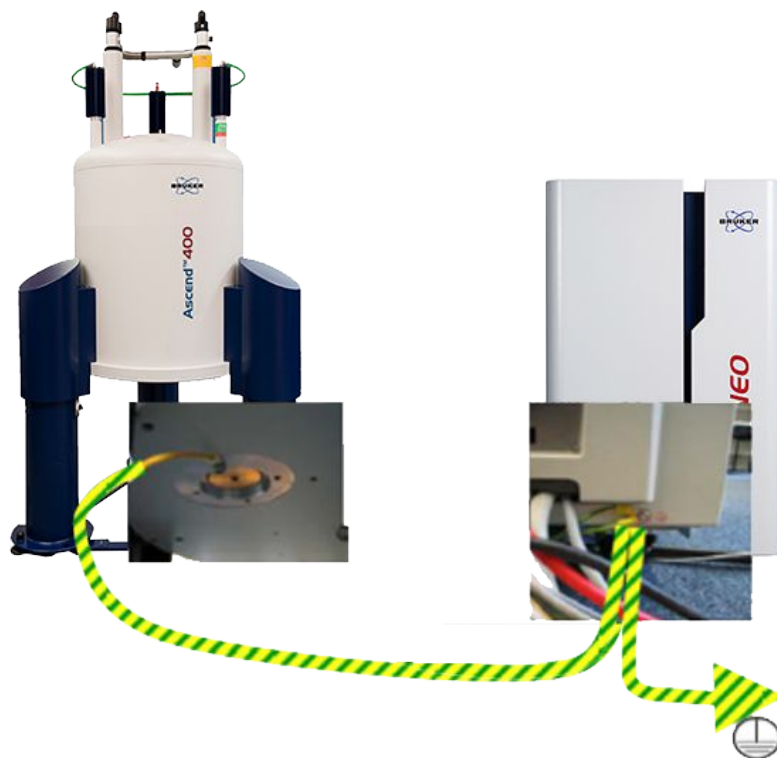
Aby zagwarantować bezpieczeństwo obsługi spektrometru w każdych warunkach, systemy AVANCE muszą być włączone w obwód wyrównywania potencjałów w miejscu instalacji.

Aby zapewnić pełne wyrównywanie potencjałów całego systemu, z każdym systemem dostarczane są przewody uziemiające, które muszą być dołączone do konsoli, HPPR oraz magnesu w następujący sposób:

- centralny punkt uziemiający, znajdujący się u dołu tylnej części obudowy, musi być połączony przewodem z uziemieniem budynku,
- jeśli używany jest zewnętrzny przedwzmacniacz (HPPR/2), jego płytę podstawy należy połączyć przewodem z centralnym punktem uziemiającym spektrometru (druga ilustracja poniżej).
- punkt uziemiający magnesu należy połączyć przewodem z centralnym punktem uziemiającym spektrometru (pierwsza ilustracja poniżej), albo, jeśli używany jest zewnętrzny przedwzmacniacz, z punktem uziemiającym zewnętrznego przedwzmacniacza (druga ilustracja poniżej).

Przed podłączeniem do sieci i włączeniem systemu AVANCE przewody uziemiające muszą zostać zainstalowane i dobrze połączone z odpowiednimi punktami uziemiającymi. Odłączenie przewodu uziemiającego jest dozwolone jedynie po wyłączeniu całego systemu.

Klient musi zostać poinformowany przez pracownika serwisu o konieczności zapoznania się z zawartymi w niniejszej instrukcji informacjami dotyczącymi bezpieczeństwa. Potwierdzenie powyższego faktu stanowi część protokołu odbioru końcowego.



Rysunek 2.1: Spektrometr AVANCE z wewnętrznym przedwzmacniaczem



Rysunek 2.2: Spektrometr AVANCE z zewnętrznym przedwzmacniaczem (HPPR/2)

2.3 Bezpieczeństwo konsoli

OSTRZEŻENIE: Aby zminimalizować ryzyko porażenia prądem elektrycznym, konsola spektrometru musi być podłączona do uziemienia jak to opisano w rozdziale powyżej.

Szafa z elektroniką jest wyposażona w trójżyłowy kabel zasilania sieciowego. Należy stosować wyłącznie kable zasilania zatwierdzone przez firmę BRUKER lub zgodne z normami bezpieczeństwa IEC.

Ze względu na ciężar, konsola powinna być przenoszona jedynie przez uprawnione osoby noszące odpowiednie obuwie ochronne. Konsola powinna być przenoszona przez dwie osoby.

2.3.1 Wyłączenie normalne

Włączaniem zasilania spektrometru steruje rozdzielnica PDU (Power Distribution Unit), znajdująca się z tyłu konsoli.

Możliwe jest włączenie/wyłączenie systemu AVANCE za pomocą komendy oprogramowania TopSpin.

PDU dba o to, by wszystkie jednostki były włączane/wyłączane w prawidłowej kolejności oraz by jednostki dużej mocy były włączane kolejno z odpowiednim opóźnieniem, aby ograniczyć obciążenie zasilania.

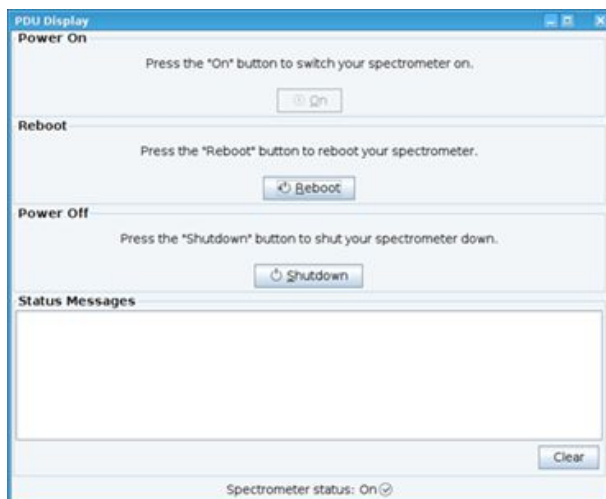


Rysunek 2.3: Rozdzielnica PDU

Procedura wyłączenia (lub ponownego uruchomienia)

- Uruchomić narzędzie pdudisp – można to zrobić z:
 - paska stanu,
 - konsoli,
 - wybierając opcję **Manage | Spectrometer**.

- W oknie PDU Display wybrać opcję **Shutdown** (lub **Reboot**).



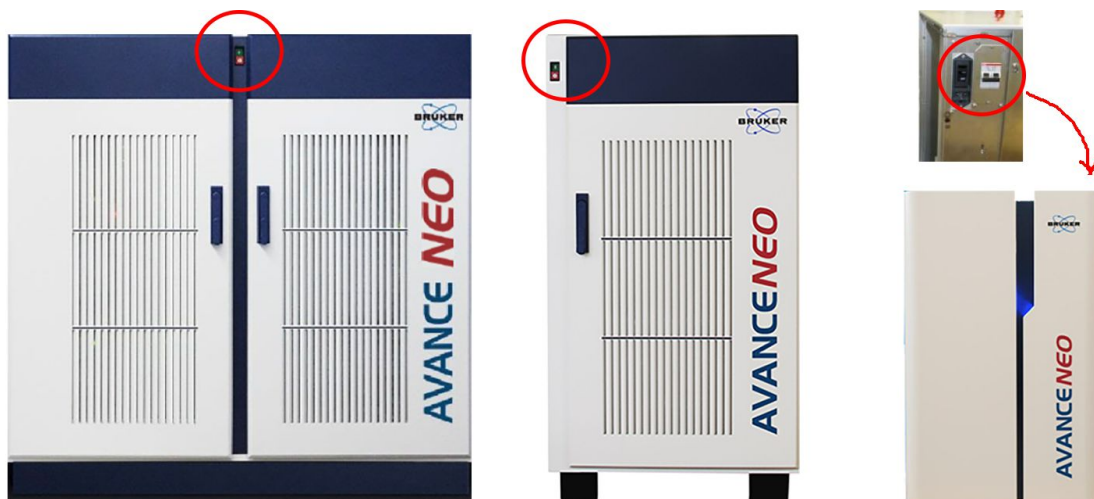
Rysunek 2.4: Okno PDU Display



Uwaga: Rozdzielnica PDU pozostaje pod napięciem również po zakończeniu procedury wyłączenia. Rozdzielnicę PDU należy wyłączyć za pomocą wyłącznika sieciowego opisanego w następnym rozdziale.

2.3.2 Wyłączenie awaryjne

Wyłącznik sieciowy wyłącza konsolę łącznie z PDU po kontrolowanym wyłączeniu. Wyłącznik sieciowy konsol AVANCE służy również do awaryjnego wyłączenia systemu np. w przypadku, gdy nie jest możliwe kontrolowane wyłączenie przez PDU.



Rysunek 2.5: Umieszczenie wyłącznika awaryjnego w urządzeniach serii AVANCE NEO

2.4 AVANCE NEO AQS

Nowa obudowa AVANCE NEO AQS stanowi kontynuację dobrze sprawdzonej obudowy AVANCE III HD. Koncepcja AVANCE NEO opiera się na założeniu, według którego każdy kanał NMR ma możliwości zarówno nadawania, jak i odbioru. Oznacza to, że każdy kanał jest niezależnym spektrometrem, wyposażonym we wszystkie układy generowania, nadawania i odbioru fal radiowych. Taka architektura zapewnia największą elastyczność pod względem konfiguracji przyrządów i pracy wielokanałowej.

Podczas wszystkich faz eksploatacji i serwisu systemu AQS należy przestrzegać następujących środków ostrożności. Nieprzestrzeganie tych zasad lub ostrzeżeń zawartych w niniejszej instrukcji narusza standardy bezpieczeństwa określone dla projektowania, produkcji i zamierzonego przeznaczenia systemu AQS.

BRUKER nie ponosi żadnej odpowiedzialności za nieprzestrzeganie tych wymagań przez klienta, zatem nie odpowiada za wszelkie obrażenia ciała ani szkody, które powstały w wyniku niezaprobowanego posługiwania się systemem AQS.

2.4.1 Wyłączenie awaryjne

W razie niebezpieczeństwa należy wyłączyć całą konsolę za pomocą wyłącznika sieciowego opisanego w części [Wyłączenie awaryjne \[▶ 16\]](#) konsoli. AQS w systemach AVANCE NEO można wyłączyć tylko za pomocą PDU. Nie zaleca się selektywnego wyłączania AQS. Zamiast tego należy całkowicie wyłączyć konsolę. Użytkownik może zostać przeprowadzony przez proces selektywnego wyłączania AQS tylko w przypadku otrzymania innych instrukcji od personelu firmy Bruker.

2.4.2 Bezpieczeństwo personelu

Podłączenie uziemienia

OSTRZEŻENIE: Aby zminimalizować ryzyko porażenia prądem elektrycznym, obudowa AQS musi być podłączona do uziemienia.

Szafa z elektroniką jest wyposażona w trójżyłowy kabel zasilania sieciowego. Należy stosować wyłącznie kable zasilania zatwierdzone przez firmę BRUKER lub zgodne z normami bezpieczeństwa IEC.

Wyłącznie personel mający odpowiednie kwalifikacje techniczne

OSTRZEŻENIE: Montaż i konserwację może wykonywać wyłącznie wykwalifikowany personel firmy BRUKER. Przed rozpoczęciem konserwacji zawsze należy odłączyć kable zasilania. W pewnych warunkach wysokie napięcia mogą występować nawet po odłączeniu kabli zasilania. Aby uniknąć obrażeń ciała, zawsze należy odłączyć zasilanie i rozładować obwody przed ich dotknięciem.

UWAGA: Personel obsługi nie może zdejmować pokryw obudowy z wyjątkiem przypadków opisanych w niniejszej instrukcji. Nie wymieniać jednostek konsoli, kiedy AQS lub inna jednostka konsoli jest wciąż włączona. Wyłączyć elementy konsoli za pomocą PDU (patrz [Wyłączenie normalne \[▶ 15\]](#)). Interfejs użytkownika, komunikaty systemowe i instrukcje obsługi wymagają dobrej znajomości języka angielskiego.

Bezpieczeństwo elektryczne

Poziom bezpieczeństwa elektrycznego systemu AQS jest zgodny z normą IEC 61010-1, tzn. wszystkie części elektryczne są zabezpieczone przed przypadkowym dotknięciem.

OSTRZEŻENIE: Należy stosować tylko złącza elektryczne dostarczone przez firmę BRUKER. Nie należy zastępować ich innymi typami złączy.

Podnoszenie obudowy AQS

OSTRZEŻENIE: Do włożenia obudowy AQS do szafy z elektroniką lub jej wyjęcia potrzebne są przynajmniej dwie osoby. W pełni wyposażony system AQS może ważyć ponad 50 kg.

UWAGA: Przed przenoszeniem obudowy należy wyjąć z niej niektóre lub wszystkie jednostki AQS, aby zmniejszyć jej masę.

Czyszczenie

OSTRZEŻENIE: Przed czyszczeniem zawsze należy wyłączyć zasilanie i odłączyć kabel zasilania. Nigdy nie włączać zasilania, dopóki wszystkie powierzchnie nie są całkowicie suche.

Zewnętrzną część obudowy i jednostek AQS czyścić miękką, niestrzępiącą się ściereczką zwilżoną wodą. Nie używać żadnych detergentów ani innych rozpuszczalników czyszczących.

2.5 BSMS/2

Ulepszony system BSMS/2 zawiera zestaw wysoce zintegrowanych płyt (ELCB i SCB20), które zapewniają optymalne działanie, wyższą rozdzielczość oraz większą stabilność. Rama montażowa BSMS/2 została zaprojektowana jako podjednostka w szafie z elektroniką spektrometru NMR. Więcej informacji na temat warunków środowiskowych można znaleźć w instrukcji przygotowania laboratorium „Site Planning Manual” pod kątem systemu spektrometru.

Podczas wszystkich etapów działania i eksploatacji systemu BSMS/2 należy przestrzegać następujących ogólnych środków ostrożności. Nieprzestrzeganie tych środków ostrożności lub szczegółowych ostrzeżeń podanych w innych częściach tej instrukcji narusza standardy bezpieczeństwa w zakresie projektowania, produkcji i przeznaczenia systemu BSMS/2.

BRUKER nie ponosi żadnej odpowiedzialności za nieprzestrzeganie tych wymagań przez klienta, zatem nie odpowiada za wszelkie obrażenia ciała ani szkody, które powstały w wyniku niezatwierdzonego posługiwania się systemem BSMS/2.

2.5.1 Wyłączenie awaryjne

W razie niebezpieczeństwa należy wyłączyć całą konsolę za pomocą wyłącznika sieciowego opisanego w części [Wyłączenie awaryjne](#) [16]. BSMS w systemach AVANCE NEO można wyłączyć tylko za pośrednictwem PDU. Nie zaleca się selektywnego wyłączenia BSMS. Zamiast tego należy całkowicie wyłączyć konsolę. Tylko w przypadku otrzymania innych instrukcji od personelu firmy Bruker użytkownik może zostać przeprowadzony przez proces selektywnego wyłączenia BSMS.

2.5.2 Bezpieczeństwo personelu

Podłączenie uziemienia

OSTRZEŻENIE: Aby zminimalizować ryzyko porażenia prądem elektrycznym, obudowa BSMS/2 musi być podłączona do uziemienia elektrycznego.

Szafa z elektroniką jest wyposażona w trójżyłowy kabel zasilania sieciowego. Należy stosować wyłącznie kable zasilania zatwierdzone przez firmę BRUKER lub zgodne z normami bezpieczeństwa IEC.

Wyłącznie personel mający odpowiednie kwalifikacje techniczne

OSTRZEŻENIE: Montaż i konserwację może wykonywać wyłącznie wykwalifikowany personel firmy BRUKER. Przed rozpoczęciem konserwacji zawsze należy odłączyć kable zasilania. W pewnych warunkach wysokie napięcia mogą występować nawet po odłączeniu kabli zasilania. Aby uniknąć obrażeń ciała, zawsze należy odłączyć zasilanie i rozładować obwody przed ich dotknięciem.

UWAGA: Personel obsługi nie może zdejmować pokryw obudowy z wyjątkiem przypadków opisanych w niniejszej instrukcji. Nie należy wymieniać jednostek BSMS/2 z włączonym przełącznikiem zasilania. Interfejs użytkownika, komunikaty systemowe i instrukcje obsługi wymagają dobrej znajomości języka angielskiego.

Bezpieczeństwo elektryczne

Stopień ochrony systemów BSMS/2 przed porażeniem prądem elektrycznym spełnia normę IEC 61010-1, tj. wszystkie części elektryczne są zabezpieczone przed dotknięciem.

OSTRZEŻENIE: Należy stosować tylko złącza elektryczne dostarczone przez firmę BRUKER. Nie należy zastępować ich innymi typami złączy.

Podnoszenie obudowy BSMS/2

OSTRZEŻENIE: Do założenia i zdjęcia obudowy BSMS/2 szafy z elektroniką potrzebne są przynajmniej dwie osoby. W pełni wyposażony system BSMS/2 może ważyć ponad 50 kg.

UWAGA: Przed przeniesieniem obudowy należy wyjąć z niej niektóre lub wszystkie jednostki BSMS/2, aby zmniejszyć jej masę.

Czyszczenie

OSTRZEŻENIE: Przed czyszczeniem zawsze należy wyłączyć zasilanie i odłączyć kabel zasilania. Nigdy nie włączać zasilania, dopóki wszystkie powierzchnie nie są całkowicie suche.

Wyczyścić zewnętrzną część obudowy i jednostek BSMS/2 miękką, niestrzępiącą się ściereczką zwilżoną wodą. Nie używać żadnych detergentów ani innych rozpuszczalników czyszczących.

2.6 Bezpieczeństwo nadajnika

Aby wzbudzić próbkę NMR, często wymagane są sygnały o stosunkowo dużej amplitudzie, stąd potrzeba zastosowania nadajników (znanych również jako wzmacniacze). Nadajniki mogą być wewnętrzne (wbudowane w regał AQS) lub zewnętrzne (odrębne, samodzielne jednostki). Kable biegnące bezpośrednio z wyjść wzmacniacza do HPPR przenoszą sygnał RF do próbki.

Sygnał RF wychodzący ze wzmacniacza może mieć napięcie rzędu kilkuset woltów. Nie zaleca się obserwowania sygnału w oscyloskopie bez jego stłumienia.

2.6.1 Bezpieczeństwo nadajnika

Wzmacniacze firmy Bruker zbudowano zgodnie z normą 61010-1 Wymagań bezpieczeństwa dotyczących przyrządów elektrycznych.

2.6.1.1 Etykiety bezpieczeństwa

Etykiety są umieszczane na wzmacniaczach, by ostrzegać personel obsługi i serwisu przed warunkami, które mogą spowodować obrażenia ciała lub uszkodzenia urządzeń z powodu ich niewłaściwego użytkowania lub wykorzystania ich w niewłaściwym celu. Użytkownicy powinni czytać ze zrozumieniem etykiety.

Personel obsługi nie powinien wyjmować kabli wyjściowych RF bez sprawdzenia, czy trwa doświadczenie. Aby zagwarantować, że nie jest generowany żaden sygnał RF, należy wpisać **stop** w wierszu poleceń TopSpin lub kliknąć ikonę **STOP** na pasku menu TopSpin. W razie wątpliwości należy wyłączyć nadajnik RF.

Przed otwarciem jednostki należy odłączyć kabel zasilania, aby zapobiec ryzyku porażenia prądem elektrycznym.

2.6.2 Wyłączenie awaryjne

W razie niebezpieczeństwa należy wyłączyć całą konsolę za pomocą wyłącznika sieciowego opisanego w części [Wyłączenie awaryjne \[▶ 16\]](#) konsoli. Wzmacniacz w systemach AVANCE NEO można wyłączyć tylko za pośrednictwem PDU. Nie zaleca się selektywnego wyłączenia wzmacniacza. Zamiast tego należy całkowicie wyłączyć konsolę. Tylko w przypadku otrzymania innych instrukcji od personelu firmy Bruker użytkownik może zostać przeprowadzony przez proces selektywnego wyłączenia wzmacniacza.

3 Bezpieczeństwo magnesu

Nadprzewodzący układ magnesu NMR można obsługiwać łatwo i bezpiecznie pod warunkiem przestrzegania określonych procedur i stosowania określonych środków ostrożności.

Każdy, kto ma styczność z nadprzewodzącym układem magnesu NMR musi zapoznać się ze zrozumieniem z tymi uwagami. Nie są one przeznaczone do wyłącznej informacji personelu wyższego szczebla lub personelu specjalistycznego.

Należy przeprowadzić odpowiednie procedury szkoleniowe, aby skutecznie przeszkolić wszystkie osoby, które mają styczność z takim sprzętem w zakresie tych wymagań.

Pole układu magnesu NMR jest trójwymiarowe, dlatego należy uwzględnić piętra znajdujące się nad i pod magnesem, a także otaczającą go przestrzeń na tym samym piętrze.

Ostrzeżenie: Aby zminimalizować ryzyko porażenia prądem elektrycznym, magnes i jego podstawa muszą być podłączone do uziemienia elektrycznego szafy!

Obszary ostrzegawcze

Montaż i obsługa nadprzewodzącego układu magnesu NMR wiążą się z szeregiem zagrożeń, których cały personel musi być świadomy. **Bardzo ważne** jest, by:

- obszary, w których mają być zamontowane i eksploatowane układy magnesu NMR, oraz cały proces montażu, rozplanować w taki sposób, by w pełni uwzględnić bezpieczeństwo;
- takie pomieszczenia i instalacje były eksploatowane w sposób bezpieczny oraz zgodny z odpowiednimi procedurami;
- odpowiednio przeszkolić personel;
- umieszczać i utrzymywać zrozumiałe komunikaty, aby skutecznie ostrzegać ludzi o tym, że wkraczają do strefy niebezpiecznej;
- przestrzegać wszystkich procedur BHP.

W uwagach tych przedstawiono aspekty obsługi i montażu, które mają szczególne znaczenie. Jednak podane zalecenia nie obejmują wszystkich możliwych zdarzeń i w razie jakichkolwiek wątpliwości podczas obsługi systemu, zaleca się użytkownikowi kontakt z dostawcą. Klienci firmy Bruker zamierzają skutecznie przekazywać swoim klientom i użytkownikom urządzenia zawarte w niniejszej instrukcji informacje dotyczące procedury bezpieczeństwa oraz zagrożeń związanych z układami magnesu NMR.

3.1 Pole magnetyczne

Nadprzewodzące magnesy NMR stwarzają liczne zagrożenia związane z siłami wytwarzanymi przez silne pola magnetyczne towarzyszące tym magnesom. Należy podjąć środki ostrożności, aby zagwarantować, że z powodu wpływu pola magnetycznego na materiały magnetyczne lub implanty chirurgiczne nie wystąpią zagrożenia. Niektóre przykłady takiego wpływu:

Na urządzenia znajdujące się w pobliżu układu magnesu NMR mogą działać duże siły przyciągania. Taka siła może stać się wystarczająco duża, by w sposób niekontrolowany przesunąć urządzenie w stronę układu magnesu NMR. Małe elementy urządzeń mogą zatem stać się odłamkami.

Duże elementy urządzeń (np. butle gazowe, źródła zasilania) mogą prowadzić do uwięzienia ciała lub kończyn między urządzeniem a magnesem.

Im bliżej magnesu przedmiot ferromagnetyczny się znajduje, tym większa jest siła. Dodatkowo im większa jest masa urządzenia, tym większa jest siła.

3.1.1 Ekranowanie

Większość nowszych układów magnesu NMR jest aktywnie ekranowana. Przed montażem i pracą z takim ekranowanym magnesem należy zapoznać się z następującymi informacjami:

- Aktywne ekranowanie cewki nadprzewodzącej redukuje magnetyczne pola rozproszenia, a co za tym idzie – ich wpływ.
- Niemniej jednak gradient pola magnetycznego jest znacznie większy w porównaniu z magnesami nieekranowanymi, dlatego odstęp między różnymi liniami pola rozproszenia (na przykład odległość między liniami pola o sile 0,5 mT (5 gausów) a liniami pola o sile 5 mT (50 gausów)) jest znacznie mniejszy; należy zachować ostrożność, aby nie zbliżać przedmiotów ferromagnetycznych do magnesu.
- Pomimo aktywnego ekranowania magnetyczne pole rozproszenia występujące bezpośrednio nad i pod magnesem jest bardzo wysokie, a siły przyciągania działające na przedmioty ferromagnetyczne są bardzo duże!

3.1.2 Elektroniczne, elektryczne i mechaniczne implanty medyczne

Należy zapoznać się z następującymi informacjami dotyczącymi wpływu na elektroniczne, elektryczne i mechaniczne implanty medyczne oraz urządzenia:

- Działanie elektronicznych, elektrycznych lub mechanicznych implantów medycznych, takich jak rozruszniki serca, biostymulatory i neurostymulatory może zostać zakłócone lub nawet przerwane w obecności statycznych lub zmiennych pól magnetycznych.
- Nie wszystkie rozruszniki reagują w taki sam sposób lub na takie same natężenie pola w przypadku narażenia na działanie pól o sile powyżej 5 gausów.

3.1.3 Implanty chirurgiczne i urządzenia protetyczne

Należy zapoznać się z następującymi informacjami dotyczącymi wpływu na implanty chirurgiczne i urządzenia protetyczne:

- Oprócz elektronicznych, elektrycznych i mechanicznych implantów medycznych inne medyczne implanty chirurgiczne, takie jak klipsy do tętniaków, klipsy chirurgiczne lub protezy, mogą zawierać materiały ferromagnetyczne i w związku z tym byłyby narażone na duże siły przyciągania w pobliżu magnesu NMR. Może to prowadzić do obrażeń ciała lub śmierci.
- Ponadto w pobliżu szybko zmieniających się pól (np. impulsowych pól elektromagnetycznych) w implancie mogą być indukowane prądy wirowe, powodując tym samym wytwarzanie ciepła i stwarzając możliwość powstania sytuacji zagrażającej życiu.

3.1.4 Działanie urządzeń

Występowanie silnych pól magnetycznych może bezpośrednio wpływać na działanie urządzeń.

- Przedmioty takie jak zegarki, dyktafony i aparaty fotograficzne mogą zostać namagnesowane i nieodwracalnie uszkodzone, jeśli zostaną narażone na działanie pól o sile powyżej 1 mT (10 gausów).
- Informacje zakodowane magnetycznie na kartach kredytowych i taśmy magnetyczne mogą zostać nieodwracalnie uszkodzone.
- Transformatory elektryczne mogą stać się magnetycznie nasycone w polach o sile powyżej 5 mT (50 gausów). Może to mieć również wpływ na charakterystykę bezpieczeństwa urządzeń.

3.1.5 Przed naładowaniem magnesu

Przed rozpoczęciem ładowania magnesu należy:

- sprawdzić, czy wszystkie luźne przedmioty ferromagnetyczne zostały usunięte poza linie 5 gausów;
- umieścić znaki ostrzegawcze dotyczące magnesów we wszystkich punktach dostępu do pomieszczenia z magnesem;
- umieścić znaki ostrzegawcze informujące o możliwości wystąpienia pól magnetycznych oraz potencjalnych zagrożeniach we wszystkich strefach, w których siła pola może przekraczać 5 gausów.

3.1.6 Po naładowaniu pola w magnesie

Po naładowaniu pola w magnesie:

- nie należy wносить przedmiotów ferromagnetycznych do pomieszczenia z magnesem;
- należy używać wyłącznie niemagnetycznych butli i dewara do przechowywania i przenoszenia sprężonego gazu lub płynów kriogenicznych;
- należy używać wyłącznie niemagnetycznego sprzętu do transportu butli i dewara.



Należy pamiętać, że pole magnetyczne raz naładowane nie może być rozładowane w szybki sposób. Wyłączenie głównego źródła zasilania nie będzie miało wpływu na magnes, a silne pole magnetyczne nadal będzie występować.

3.1.7 Ogólne środki bezpieczeństwa

Aby zapobiec sytuacjom takim, jak opisane powyżej, jako wytyczne podano następujące środki ostrożności, które należy traktować jako wymagania minimalne.

- Lokalizację każdego pomieszczenia na magnes należy indywidualnie zweryfikować, aby określić środki ostrożności, jakie należy podjąć w celu przeciwdziałania tym zagrożeniom.
- Należy uwzględnić piętra znajdujące się nad i pod magnesem, a także otaczającą go przestrzeń na tym samym piętrze, ponieważ pole magnetyczne wytwarzane przez magnesy NMR jest trójwymiarowe.

3.2 Strefa kontrolowanego dostępu

W przypadku urządzeń, które wytwarzają pole rozproszenia o sile większej niż 0,5 mT (5 gaussów) poza przymocowaną na stałe obudową, lub poziom zakłóceń elektromagnetycznych niezgodny z normą IEC 60601-1-2, należy dokoła wyznaczyć stałą strefę kontrolowanego dostępu, tak by poza tą strefą:

- natężenie magnetycznego pola rozproszenia nie przekraczało 0,5 mT (5 gaussów);
- poziom zakłóceń elektromagnetycznych był zgodny z normą IEC 60601-1-2:2001.

Wykresy pól rozproszenia dla różnych magnesów można znaleźć w odpowiedniej instrukcji magnesu. Wykresy te pokazują położenie linii pola o sile 0,5 mT (5 gaussów).

Strefa kontrolowanego dostępu ma być odgraniczona, np. oznaczeniami na podłodze, barierami lub innymi środkami, aby umożliwić odpowiedzialnemu personelowi odpowiednią kontrolę dostępu osób nieupoważnionych do tej strefy.

Wszystkie wejścia do strefy kontrolowanego dostępu powinny być oznaczone odpowiednimi znakami ostrzegawczymi, w tym powinny one wskazywać na występowanie pól magnetycznych oraz ich sił przyciągania lub momentu obrotowego działającego na materiały ferromagnetyczne.

Poniższy rysunek pokazuje zalecany układ znaku ostrzegawczego:



3.3 Bezpieczne postępowanie z substancjami kriogenicznymi

W magnezie nadprzewodzącym wykorzystuje się dwa typy substancji kriogenicznych – ciekły hel i azot. Postępowanie z płynami kriogenicznymi może być łatwe i bezpiecznie pod warunkiem przestrzegania określonych środków ostrożności.

Zalecenia zawarte w tym rozdziale w żadnym wypadku nie są wyczerpujące, a w razie wątpliwości użytkownikowi zaleca się konsultację z dostawcą.

3.3.1 Typy substancji

Zalecenia te odnoszą się do azotu, helu i powietrza. Należy skontaktować się z dostawcą substancji kriogenicznych w celu uzyskania odpowiednich Kart charakterystyki tych substancji.

Hel

Jest to naturalnie występujący gaz obojętny, który przechodzi w stan ciekły w temperaturze około 4 K. Jest bezbarwny, bezwonny, niepalny i nietoksyczny. Aby utrzymać magnez w stanie nadprzewodzącym, zanurza się go w kąpeli ciekłego helu.

Azot

Jest to naturalnie występujący gaz, który przechodzi w stan ciekły w temperaturze około 77 K. Również jest bezbarwny, bezwonny, niepalny i nietoksyczny. Wykorzystuje się go do chłodzenia osłon, które otaczają zbiornik ciekłego helu.

Dewar do transportu substancji kriogenicznych

Podczas normalnej pracy płyny kriogeniczne parują i będą wymagać regularnego uzupełniania. Substancje kriogeniczne będą dostarczane na miejsce w dewarze transportowym. Bardzo ważne jest, by dewary do transportu substancji kriogenicznych były niemagnetyczne.

Właściwości fizyczne

Bezpieczne postępowanie z płynami kriogenicznymi wymaga znajomości właściwości fizycznych tych płynów, zdrowego rozsądku oraz wystarczającej wiedzy, by przewidzieć zachowanie takich płynów w określonych warunkach fizycznych.

3.3.2 Ogólne zasady bezpieczeństwa

Niektóre ogólne zasady bezpieczeństwa w zakresie postępowania z substancjami kriogenicznymi:

- Płyny kriogeniczne pozostają w stałej temperaturze zgodnej z ich odpowiednimi temperaturami wrzenia i będą stopniowo parować, nawet jeśli są przechowywane w przeznaczonych do tego izolowanych zbiornikach (dewary).
- Płyny kriogeniczne należy obsługiwać i przechowywać w dobrze wentylowanych pomieszczeniach.
- Pasażerowie nigdy nie powinni jechać w windzie, w której znajdują się substancje kriogeniczne. Istnieje ryzyko uduszenia.
- Bardzo duży wzrost objętości towarzyszący parowaniu płynu do postaci gazu oraz następującemu potem procesowi podgrzewania wynosi około 740:1 dla helu i 680:1 dla azotu.

3.3.3 Dewary do transportu substancji kriogenicznych

Niektóre zasady dotyczące dewara do transportu płynów kriogenicznych:

- Nie wolno całkowicie zamykać żadnych dewarów do transportu płynów kriogenicznych, ponieważ spowodowałyby to znaczny wzrost ciśnienia. Wiąże się to z zagrożeniem wybuchem i może prowadzić do dużych strat produktu!
- Wszystkie dewary do transportu substancji kriogenicznych muszą być wykonane z materiałów niemagnetycznych.

3.3.4 Zagrożenia dla zdrowia

Niektóre główne zasady związane z zagrożeniami dla zdrowia:

- Natychmiast ewakuować obszar w przypadku dużego wycieku.
- Zapewnić odpowiednią wentylację w pomieszczeniu, aby uniknąć ubytku tlenu. Hel może wypierać powietrze w górnej części pomieszczenia, a zimny azot może wypierać powietrze w dolnej części pomieszczenia. Szczegółowe informacje znajdują się w rozdziale „Wentylacja”.
- Nie wchodzić w bezpośredni kontakt z substancjami kriogenicznymi w postaci cieczy lub pary (lub gazów o niskiej temperaturze), ponieważ wywołają one odmrożenia skóry podobne do oparzeń.
- Nie dopuszczać do kontaktu niewystarczająco zabezpieczonych części ciała z nieizolowanymi przewodami wentylacyjnymi lub zbiornikami, ponieważ te części ciała natychmiast do nich przywrą. W przypadku odrywania takich części ciała dojdzie do ich uszkodzenia.

3.3.5 Pierwsza pomoc

Niektóre zasady dotyczące pierwszej pomocy:

- W przypadku kontaktu jakiegokolwiek płynu kriogenicznego z oczami lub skórą należy natychmiast wypłukać to miejsce dużą ilością zimnej lub chłodnej wody, a następnie przykładać zimne kompresy.
- Nigdy nie należy używać gorącej wody ani suchego gorącego powietrza.
- Należy natychmiast zasięgnąć porady medycznej!

3.3.6 Odzież ochronna

Niektóre zasady dotyczące odzieży ochronnej:

- Odzież ochronną należy nosić głównie po to, by uniknąć odmrożeń. Dlatego też podczas postępowania lub pracy z płynami kriogenicznymi konieczne jest założenie suchych rękawic skórzanych lub kriogenicznych.
- Rękawice muszą luźno przylegać, by można je było łatwo zdjąć w razie wycieku.
- Aby chronić oczy, należy nosić okulary ochronne.
- Nie należy nosić żadnych metalowych przedmiotów (np. biżuterii) na tych częściach ciała, które mogą zetknąć się z płynem.

3.3.7 Inne zasady bezpieczeństwa

Niektóre inne zasady dotyczące postępowania z substancjami kriogenicznymi:

- Zawsze należy ostrożnie postępować z płynami. Podczas napełniania ciepłego zbiornika zawsze będzie dochodzić do wrzenia i rozpryskiwania płynów.
- Należy uważać na rozpryskiwanie płynów i szybkie odparowywanie substancji kriogenicznych podczas zanurzania urządzeń w temperaturze otoczenia do płynów kriogenicznych. Tę czynność należy wykonywać bardzo powoli.
- W przypadku umieszczania w płynie otwartych przewodów rurowych nie wolno dopuścić do tego, by takie przewody były skierowane bezpośrednio w stronę ludzi.
- Do przesyłania ciekłego azotu należy używać wyłącznie przewodów metalowych lub teflonowych połączonych elastycznym węzłem metalowym lub teflonowym. Używać wyłącznie przewodów gumowych lub teflonowych.
- Nie należy używać przewodów Tygon® ani przewodów plastikowych. Po schłodzeniu przez przepływający przez nie płyn mogą się one rozłączyć lub rozpaść i spowodować obrażenia ciała personelu.

3.3.8 Palenie tytoniu

Należy przestrzegać następujących podstawowych zasad dotyczących palenia tytoniu:

- Nie należy palić w pomieszczeniach, w których znajdują się płyny kriogeniczne.
- Wszystkie pomieszczenia, w których znajdują się płyny kriogeniczne należy oznaczyć odpowiednimi znakami jako strefa „Zakaz palenia”.
- Chociaż azot i hel nie podtrzymują spalania, ekstremalnie niska temperatura dewara powoduje skraplanie się tlenu z powietrza na jego powierzchniach, co może prowadzić do lokalnego zwiększenia stężenia tlenu.
- Szczególne zagrożenie pożarowe występuje, gdy zimne powierzchnie są pokryte łatwopalnym olejem lub smarem. Może dojść do samozapłonu!

3.4 Uzupelnianie ciekłego azotu

Należy przeczytać te informacje uważnie i udostępnić każdemu, kto pracuje przy obsłudze magnesu.

- Ekranowany nadprzewodzący układ magnesu NMR można obsługiwać łatwo i bezpiecznie pod warunkiem przestrzegania określonych procedur i stosowania określonych środków ostrożności.
- Zalecenia zawarte w tym rozdziale nie obejmują wszystkich możliwych zdarzeń i w razie jakichkolwiek wątpliwości podczas obsługi systemu zaleca się użytkownikowi kontakt z dostawcą.

3.4.1 Skraplanie tlenu

Należy ograniczyć kontakt z powietrzem. W przypadku kontaktu z powietrzem należy pamiętać o następujących informacjach i środkach ostrożności:

- Ciekły azot ma niższą temperaturę niż ciekły tlen, dlatego też tlen z powietrza będzie się skraplać.
- Jeśli będzie to trwało przez jakiś czas, stężenie tlenu w ciekłym azocie może wzrosnąć tak bardzo, że postępowanie z nim stanie się tak samo niebezpieczne jak postępowanie z ciekłym tlenem. Dotyczy to zwłaszcza dewarów z szeroką szyjką ze względu na dużą powierzchnię.
- Należy maksymalnie ograniczyć kontakt z powietrzem.

3.4.2 System przepływu azotu

W zestawie ze zbiornikiem azotu znajduje się nadciśnieniowy zawór bezpieczeństwa, który ma zagwarantować, że przynajmniej tylny przewód rurowy szyjki zbiornika nie zostanie zablokowany przez dostanie się do niego powietrza lub wilgoci.

Zawór ten powinien być zamontowany przez cały czas, nawet podczas napełniania zbiornika!

3.4.3 Inne zasady ogólne

Niektóre inne zasady ogólne:

- Podczas napełniania zbiornika azotu nie wolno dopuścić do wycieku ciekłego azotu na kołnierz o temperaturze otoczenia zamykający otwór.
- Przed napełnianiem na przewodzie rurowym szyjki zbiornika azotu należy umieścić przewody gumowe lub teflonowe!
- Natychmiast po napełnieniu zbiornika należy przerwać przepływ. Nieprzestrzeganie tego zalecenia może prowadzić do zamrożenia pierścieni O-ring oraz wynikającej z tego utraty podciśnienia kriostatu magnesu.

3.5 Uzupelnianie ciekłego helu

Rozdział ten należy przeczytać uważnie i udostępnić każdemu, kto pracuje przy obsłudze magnesu.

Ekranowany nadprzewodzący układ magnesu NMR można obsługiwać łatwo i bezpiecznie pod warunkiem przestrzegania określonych procedur i stosowania określonych środków ostrożności.

Zalecenia zawarte w tym rozdziale nie obejmują wszystkich możliwych zdarzeń i w razie jakichkolwiek wątpliwości podczas obsługi systemu zaleca się użytkownikowi kontakt z dostawcą.

Należy znać, między innymi, następujące, ogólne zasady:

- Ciekły hel to najzimniejszy ze wszystkich płynów kriogenicznych.
- Ciekły hel spowoduje kondensację i przejście w stan stały każdego innego gazu (powietrza), z którym wejdzie w kontakt.
- Ciekły hel musi być przechowywany w specjalnie do tego przystosowanym dewarze do magazynowania lub transportu.
- Dewar ten powinien być wyposażony w jednokierunkowy zawór zamontowany na stałe na szyjce zbiornika helu, aby zapobiec dostawaniu się powietrza do szyjki i zatykaniu jej lodem.
- Do transportu ciekłego helu należy używać wyłącznie przewodów rurowych izolowanych próżniowo. Przerwanie izolacji może spowodować kondensację tlenu.

3.5.1 Zbiornik z helem

Nadprzewodzące magnesy NMR zawierają wewnętrzny zbiornik z ciekłym helem.

- Zbiornik z helem należy sprawdzać co tydzień pod kątem odparowywania gazu i poziomu helu.
- Należy używać miernika przepływu helu lub helowego licznika gazu!
- W zestawie znajduje się zawór jednokierunkowy, który należy zamontować na kolektorze helu, aby mieć pewność, że przewody rurowe szyjki zbiornika helu nie zostaną zablokowane przez dostanie się powietrza lub wilgoci. Zawór ten powinien być zamontowany przez cały czas z wyjątkiem momentu uzupełniania helu.

3.5.2 Instrukcja napełniania helem

Należy przestrzegać poniższych instrukcji napełniania magnesów NMR ciekłym helem:

- Uzpełnić zbiornik helem przed upływem podanego czasu utrzymania parametrów, a z pewnością zanim poziom helu spadnie poniżej dopuszczalnego poziomu minimalnego podanego w instrukcji magnesu.
- Ważna informacja: przesył ciekłego helu można przeprowadzić łatwo i bezpiecznie, pod warunkiem, że:
 - linia przesyłu helu jest obsługiwana prawidłowo;
 - linia przesyłu helu nie jest uszkodzona;
 - ciśnienie przesyłu nie przekracza 2 psi (0,14 barów).
- Pod żadnym pozorem nie należy umieszczać ciepłej linii przesyłowej helu w kriostacie magnesu, ponieważ ciepły hel może spowodować quench magnesu!
- Zawsze odczekać, aż linia przesyłu helu ostygnie do temperatury helu przed umieszczeniem jej w prawym przewodzie szyjki zbiornika z helem. Przed umieszczeniem linii przesyłu helu w prawym przewodzie szyjki zbiornika z helem należy przez chwilę obserwować, jak ciekły hel wydostaje się z krótkiej końcówki linii.

3.5.3 Szybkie uzupełnianie helu

Nie usuwać systemu zabezpieczenia przepływu azotu podczas przesyłu ciekłego helu!

Podczas szybkiego uzupełniania ciekłego helu dochodzi do znacznego schłodzenia ciekłego azotu. Może to mieć następujące konsekwencje:

- Spadek do zera odparowywania gazu w warunkach statycznych oraz powstanie podciśnienia w zbiorniku azotu.
- Dostanie się powietrza lub wilgoci, które mogą zostać zassane do szyjek zbiornika i które mogą przejść w stan stały i spowodować zatkanie lodem.

3.6 Wentylacja

Niektóre ogólne zasady bezpieczeństwa w zakresie wentylacji:

- Płyny kriogeniczne, nawet jeśli są przechowywane w przeznaczonym do tego izolowanym dewarze, pozostają w stałej temperaturze zgodnej z ich odpowiednimi temperaturami wrzenia i będą stopniowo parować. Dewar musi mieć przez cały czas działające ujście oparów lub dojdzie do groźnego wzrostu ciśnienia.
- Płyny kriogeniczne należy obsługiwać i przechowywać w dobrze wentylowanych pomieszczeniach.
- Bardzo duży wzrost objętości towarzyszący parowaniu płynu do postaci gazu oraz następującemu potem procesowi podgrzania wynosi około 740:1 dla helu i 680:1 dla azotu.

3.6.1 Wentylacja podczas normalnej pracy

W magnesach nadprzewodzących ciekły azot i ciekły hel są wykorzystywane jako środki chłodzące, a odparowywanie płynów kriogenicznych to zjawisko, którego należy się spodziewać podczas normalnej pracy magnezu, zgodnie z poniższymi zasadami:

- Normalne odparowywanie płynów zawartych w magnesie zależne od podanych specyfikacji dotyczących odparowywania.
- Odparowywanie płynów kriogenicznych podczas regularnego napełniania ciekłym helem i azotem.

Gazy te są nietoksyczne i całkowicie nieszkodliwe pod warunkiem zapewnienia odpowiedniej wentylacji zapobiegającej zagrożeniu uduszeniem. Niektóre zasady dotyczące wentylacji podczas normalnej pracy:

- Układ magnezu NMR nigdy nie powinien znajdować się w pomieszczeniu bez dopływu powietrza. Pomieszczenie na magnes trzeba wybrać w taki sposób, aby drzwi i możliwość wentylacji były łatwo dostępne z każdego miejsca.
- Układ pomieszczenia, wysokość sufitu oraz wysokość magnezu powinny być takie, aby możliwe było łatwe uzupełnianie ciekłego azotu i helu. Znacząco zmniejszy to ryzyko wypadku.

3.6.2 Wentylacja awaryjna podczas instalacji lub quenchu magnezu

Osobny system wentylacji awaryjnej powinien zostać zapewniony, aby zapobiec niedoborowi tlenu na wypadek quenchu lub podczas instalacji magnezu.

W trakcie quenchu ogromne ilości helu w postaci gazowej (tj. od 43 do 595 m³ w zależności od typu magnezu) są wytwarzane w krótkim czasie.

Podczas instalacji i chłodzenia magnesów nadprzewodzących oraz w niektórych warunkach mogą zostać wygenerowane duże ilości azotu i helu w postaci gazów.

Chociaż gazy te są obojętne, w przypadku powstania ich dużych ilości może dojść do zagrożenia spowodowanego zastąpieniem przez nie tlenu znajdującego się w pomieszczeniu.

3.6.3 Wyciąg awaryjny

Istnieją różne typy wyciągów awaryjnych, które można zastosować, aby uniknąć ubytku tlenu podczas quenchu lub instalacji układu magnezu. Są to między innymi:

Aktywny wyciąg

To rozwiązanie polega na zastosowaniu mechanicznego wentylatora, otworów wentylacyjnych oraz przewodu rurowego wyciągu, który nie jest podłączony bezpośrednio do magnezu. Wyciąg powinien być włączany automatycznie przez czujnik tlenu, jak również ręcznie za pomocą przełącznika znajdującego się w pomieszczeniu. Ten ostatni jest niezbędny podczas instalacji magnezu oraz regularnego napełniania gazem, aby zapobiec gromadzeniu się oparów płynów kriogenicznych w pomieszczeniu poprzez odprowadzanie ich szybciej niż ma to miejsce w przypadku stosowania standardowego systemu HVAC (ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji).

Pasywny wyciąg

To rozwiązanie polega na zastosowaniu szczelin wentylacyjnych w suficie, które otwierają się pod naporem gazu spowodowanym nadmiernym ciśnieniem helu podczas quenchu.

Quenchowy przewód rurowy

To rozwiązanie polega na podłączeniu przewodu rurowego bezpośrednio do magnesu i wyprowadzenie go poza pomieszczenie. Należy zwrócić uwagę na następujące kwestie:

- Najlepiej, aby przewód rurowy odprowadzający hel od magnesu był skierowany bezpośrednio poza budynek na wypadek wystąpienia quenchu.
- Przewody prowadzące na zewnątrz budynku powinny mieć wystarczająco dużą średnicę, by uniknąć powstawania nadmiernego ciśnienia spowodowanego oporem przepływu w przewodzie.
- Ujście przewodu i przewód wyciągu muszą być umiejscowione w taki sposób, aby nie miał do nich dostępu nikt poza personelem serwisowym, ponadto ujście przewodu należy zabezpieczyć przed dostawaniem się deszczu, śniegu lub innych elementów, które mogłyby zablokować system.
- Należy również upewnić się, że gaz, który wydostaje się z przewodu wyciągu nie zostanie zassany przez jakikolwiek inny system wentylacji lub klimatyzacji. Miejsce na ujście przewodu należy wybrać ostrożnie, aby żadna z powyższych sytuacji nie mogła mieć miejsca także przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych i silnych wiatrach.
- Dostępne odcinki przewodów wyciągu powinny zostać zaizolowane, aby uniknąć odmrożeń podczas quenchu.

Wyciąg w zagłębieniach na magnes

Szczególną uwagę do wentylacji i wyciągu awaryjnego należy przywiązywać w przypadku gdy magnesy są umieszczane w zagłębieniach. Zagłębienia na magnes to ograniczone przestrzenie, w których istnieje zwiększone ryzyko ubytku tlenu, jeśli nie zostanie zastosowany odpowiedni wyciąg.

- Azot jest cięższy od powietrza i wypełnia zagłębienie od dołu podczas wstępnego chłodzenia magnesu oraz regularnego napełniania azotem.
- Konieczne jest zastosowanie niskiego wyciągu wewnątrz zagłębienia, aby skutecznie odprowadzić azot w postaci gazu i zapobiec ubytkowi tlenu.

3.6.4 Czujnik tlenu i czujniki poziomu

W pomieszczeniu z magnesem wymagany jest czujnik tlenu. Należy zapewnić następujące monitory i czujniki:

- Powyżej magnesu: Czujnik poziomu tlenu powyżej magnesu w celu wykrywania niskich poziomów tlenu spowodowanych głównie obecnością gazu.
- W pobliżu podłogi: Jeden czujnik poziomu tlenu 30 cm nad podłogą w pomieszczeniu z magnesem.
- W zagłębieniu: Jeden dodatkowy czujnik poziomu tlenu 30 cm nad dnem zagłębienia, jeżeli magnes znajduje się w zagłębieniu.

4 Kwestie bezpieczeństwa dotyczące sond

Sondy BRUKER zaprojektowano w taki sposób, aby utrzymywały próbkę, wysyłały sygnały o częstotliwości radiowej, które wzbudzają próbkę, oraz odbierały wyemitowaną odpowiedź. Wysyłanie i odbiór są możliwe dzięki specjalnie zaprojektowanym cewkom częstotliwości radiowej.

Sondę umieszcza się w dolnej części magnesu; znajduje się ona wewnątrz cewek shimowych o temperaturze pokojowej. Przewody koncentryczne przenoszą sygnały wzbudzające ze wzmacniaczy w konsoli do sondy, a sygnał NMR z próbki do odbiornika. Przewody są poprowadzone przez zestaw przedwzmacniaczy (HPPR), które znajdują się obok podstawy magnesu. Przedwzmacniacze są potrzebne do wzmocnienia sygnałów NMR, które są zazwyczaj bardzo słabe.

4.1 Kwestie związane z bezpieczeństwem personelu

Wszystkie osoby pracujące z układem NMR lub w jego pobliżu muszą zostać poinformowane o tych problemach związanych z bezpieczeństwem oraz procedurach awaryjnych.

W razie wątpliwości: Należy nosić okulary ochronne, zwłaszcza podczas obchodzenia się z próbkami!

Bezpieczeństwo inherentne

Spektrometr NMR, w tym jego elementy składowe, został zaprojektowany w sposób zapewniający bezpieczeństwo inherentne. Uwzględniono zawory upustowe ciśnienia, czujniki oraz metody radzenia sobie z błędami sprzętu i oprogramowania, aby chronić operatora, sprzęt i środowisko.

Wyłącznie personel mający odpowiednie kwalifikacje techniczne

Tylko osoby mające podstawową wiedzę techniczną w zakresie elektryczności, układów gazów pod ciśnieniem oraz płynów kriogenicznych mogą obsługiwać i konserwować spektrometr NMR. Interfejs użytkownika, komunikaty systemowe i instrukcje obsługi wymagają dobrej znajomości języka angielskiego.

Brak wewnętrznych części, które mogłyby być serwisowane przez użytkownika.

W sondzie / CryoProbe nie ma części, które mogłyby być serwisowane przez użytkownika. Nie należy otwierać tych urządzeń.

Rozproszone pole magnetyczne

Podczas pracy w rozproszonym polu magnetycznym o sile 0,5 mT (5 gausów), należy unikać wszelkich narzędzi i części magnetycznych lub obchodzić się z nimi ze szczególną ostrożnością.

PRZESTROGA: Zegarki magnetyczne oraz karty z paskiem magnetycznym (np. karty kredytowe) należy pozostawić poza polem oddziaływania magnesu o sile 0,5 mT (5 gausów).

Ogólne kwestie związane z bezpieczeństwem

- Osoby nieupoważnione nie powinny mieć dostępu do laboratoriów NMR. Należy upewnić się, że dostęp jest udzielany wyłącznie upoważnionemu i wykwalifikowanemu personelowi.
- Silne pole magnetyczne wiąże się z różnymi zagrożeniami. Strefę zagrożenia należy oznaczyć możliwie najdokładniej za pomocą barierek, odpowiednich oznaczeń na podłodze lub urządzeń wyświetlających ostrzeżenia wizualne. Szczegółowe informacje dotyczące strefy zagrożenia (linii 0,5 mT/5 gausów) można znaleźć w instrukcji bezpieczeństwa.
- Należy bezwzględnie przestrzegać zakazu palenia podczas procedur uzupełniania kriogenów.

4.1.1 Pierwsza pomoc

W przypadku kontaktu zimnego helu lub azotu w postaci gazowej z oczami lub skórą, natychmiast wypłukać dotknięty obszar zimną lub chłodną wodą.

5 Bezpieczeństwo sondy CryoProbe

Sondy™ firmy BRUKER zapewniają znaczny wzrost współczynnika sygnału do szumu (S/N) poprzez zmniejszenie temperatury pracy układu cewek NMR oraz przedwzmacniacza. Ich obsługa w ramach spektroskopii jest bardzo podobna jak w przypadku standardowych sond. Kiedy temperatura próbki zostanie ustabilizowana i osiągnie wartość określoną przez użytkownika zbliżoną do temperatury pokojowej, układ cewek NMR znajdujący się kilka milimetrów od próbki jest chłodzony przez kriogeniczny hel w postaci gazu. Automatyczny system chłodzący o obiegu zamkniętym kontroluje wszystkie funkcje i zapewnia doskonałą stabilność podczas krótkotrwałych i długotrwałych eksperymentów.

Układ sondy CryoProbe składa się z kilku podjednostek:

- sonda CryoProbe;
- platforma CryoPlatform;
- krio-kompatybilny HPPR, oraz
- stalowa butla z heliem.

Termin *CryoPlatform* określa wszystkie części wymagane do obsługi sondy CryoProbe i obejmuje jednostkę chłodzącą CryoCooling Unit, kompresor helu He Compressor, sprzęt montażowy przy magnesie itp. Platforma CryoPlatform jest kompatybilna ze wszystkimi sondami CryoProbe firmy BRUKER. Wymagana jest tylko jedna platforma na spektrometr.

Więcej informacji na temat bezpieczeństwa sondy CryoProbe i związanych z tym danych znajduje się w Podręczniku użytkownika systemu CryoProbe (P/N Z31551) dostępnym na płycie BASH DVD lub w firmie Bruker.

Ponieważ system CryoProbe jest używany w połączeniu z układem magnesu, należy również odnieść się do rozdziału tego podręcznika dotyczącego [Bezpieczeństwo magnesu \[21\]](#).

5.1 Wyłączenie awaryjne

Obrotowy przełącznik zasilania znajdujący się z przodu jednostki CryoCooling służy jako przełącznik awaryjnego zatrzymania. Odcina on zasilanie od układów chłodzenia kriogenicznego, próżniowego, czujników oraz kompresji helu. Wszystkie zawory są ustawiane w położeniu domyślnym. Awaryjne zatrzymanie nie wpływa jednak na przedwzmacniacze CryoPreamps znajdujące się wewnątrz sondy CryoProbe, ponieważ są one sterowane przez HPPR. Kiedy system jest wyłączony, będzie się z wolna nagrzewał ze względu na przewodnictwo cieplne.



UWAGA: Ponieważ zatrzymanie awaryjne wyłącza również elektroniczne urządzenia monitorujące, należy je stosować jedynie w ostateczności.

5.2 Kwestie związane z bezpieczeństwem personelu

Wszystkie osoby pracujące z układem NMR lub w jego pobliżu muszą zostać poinformowane o tych problemach związanych z bezpieczeństwem oraz procedurach awaryjnych.

W razie wątpliwości: Należy nosić okulary ochronne, zwłaszcza podczas obchodzenia się z próbkami!

Bezpieczeństwo inherentne

Spektrometr NMR, w tym jego elementy składowe, został zaprojektowany w sposób zapewniający bezpieczeństwo inherentne. Uwzględniono zawory upustowe ciśnienia, czujniki oraz metody radzenia sobie z błędami sprzętu i oprogramowania, aby chronić operatora, sprzęt i środowisko.

Wyłącznie personel mający odpowiednie kwalifikacje techniczne

Tylko osoby mające podstawową wiedzę techniczną w zakresie elektryczności, układów gazów pod ciśnieniem oraz płynów kriogenicznych mogą obsługiwać i konserwować spektrometr NMR. Interfejs użytkownika, komunikaty systemowe i instrukcje obsługi wymagają dobrej znajomości języka angielskiego.

Brak wewnętrznych części, które mogłyby być serwisowane przez użytkownika.

W sondzie / CryoProbe nie ma części, które mogłyby być serwisowane przez użytkownika. Nie należy otwierać tych urządzeń.

Rozproszone pole magnetyczne

Podczas pracy w rozproszonym polu magnetycznym o sile 0,5 mT (5 gausów), należy unikać wszelkich narzędzi i części magnetycznych lub obchodzić się z nimi ze szczególną ostrożnością.

PRZESTROGA: Zegarki magnetyczne oraz karty z paskiem magnetycznym (np. karty kredytowe) należy pozostawić poza polem oddziaływania magnezu o sile 0,5 mT (5 gausów).

Ogólne kwestie związane z bezpieczeństwem

- Osoby nieupoważnione nie powinny mieć dostępu do laboratoriów NMR. Należy upewnić się, że dostęp jest udzielany wyłącznie upoważnionemu i wykwalifikowanemu personelowi.
- Silne pole magnetyczne wiąże się z różnymi zagrożeniami. Strefę zagrożenia należy oznaczyć możliwie najdokładniej za pomocą barierek, odpowiednich oznaczeń na podłodze lub urządzeń wyświetlających ostrzeżenia wizualne. Szczegółowe informacje dotyczące strefy zagrożenia (linii 0,5 mT/5 gausów) można znaleźć w instrukcji bezpieczeństwa.
- Należy bezwzględnie przestrzegać zakazu palenia podczas procedur uzupełniania kriogenów.

5.2.1 Pierwsza pomoc

W przypadku kontaktu zimnego helu lub azotu w postaci gazowej z oczami lub skórą, natychmiast wyplukać dotknięty obszar zimną lub chłodną wodą.

5.3 Dostarczanie helu w postaci gazu pod ciśnieniem

Platforma CryoPlatform wykorzystuje hel (He) w postaci gazu pod ciśnieniem do 25 barów schłodzonego do temperatury kriogenicznej wynoszącej około 20 K. Wszystkie części zawierające gaz pod ciśnieniem znajdują się wewnątrz obudowy specjalnie zaprojektowanej, by wytrzymać strumienie gazu lub uwalnianie się cząstek w razie rozerwania. W przypadku narażenia nieosłoniętej skóry na działanie zimnego helu może dojść do ciężkich odmrożeń.

OSTRZEŻENIE: Butlę z helem należy przynosić, podłączać i obchodzić się z nią z zachowaniem ostrożności. Należy przestrzegać wszelkich środków ostrożności związanych ze zbiornikami z gazem pod wysokim ciśnieniem oraz przedmiotami magnetycznymi.

OSTRZEŻENIE: Butla z helem oraz cała droga jej transportu muszą przez cały czas znajdować się poza polem oddziaływania magnesu o sile 0,5 mT (5 gausów).

OSTRZEŻENIE: Mocno przymocować butlę z helem do ściany. Należy przestrzegać wszystkich lokalnych przepisów dotyczących instalacji systemów z gazem pod ciśnieniem.

Przewód z helem pod ciśnieniem łączący stalową butlę z helem oraz jednostkę CryoCooling wyposażony jest w stalowe mocowanie, pozwalające na jego zamocowanie na obu końcach. Jeśli nie da się uniknąć przecięcia ciągów komunikacyjnych, na tych odcinkach przewód z helem musi być osłonięty lub schowany pod podłogą. Ponadto przewód z helem musi być przymocowany do ściany lub podłogi co metr.

OSTRZEŻENIE: Jeśli przewód z helem nie zostanie przymocowany, w razie rozerwania może dojść to jego niekontrolowanych ruchów i uderzenia w okoliczne przedmioty i ludzi.

OSTRZEŻENIE: Jeśli duża ilość helu w postaci gazowej wydostanie się z butli z helem w krótkim czasie, istnieje ryzyko uduszenia, zwłaszcza w małych pomieszczeniach. Dobra wentylacja lub dopływ świeżego powietrza może zapobiec tej sytuacji.

Dźwięk związany ze spuszczeniem nadmiernego ciśnienia

Oprogramowanie kontrolne i mechaniczne zawory bezpieczeństwa mają za zadanie nie dopuścić do nadciśnienia w systemie. Jeśli dojdzie do nadciśnienia zawory upustowe ciśnienia otworzą się z bardzo głośnym dźwiękiem! Szafka dźwiękoszczelna wyłumi dźwięk do bezpiecznego poziomu, więc bardzo ważne jest, żeby szafka była zawsze zamknięta podczas pracy.

OSTRZEŻENIE: Jeśli podczas normalnej pracy konieczny jest serwis otwartej jednostki CryoCooling, konieczne jest zastosowanie środków ochrony słuchu.

5.4 Bezpieczeństwo elektryczne

Stopień zabezpieczenia jednostki CryoCooling przed spowodowaniem porażenia prądem jest zgodny z normą IEC IP20: wszystkie części elektryczne są zabezpieczone przed przypadkowym dotknięciem.

OSTRZEŻENIE: Należy stosować tylko złącza elektryczne dostarczone przez firmę BRUKER. Nie należy zastępować ich innymi typami złączy.

5.5 Bezpieczeństwo sprzętu

PRZESTROGA:

- Nie zaginać sondy CryoProbe.
Nie chwycić sondy CryoProbe za górny przewód, zawsze trzymać sondę za trzonek.
- Nie otwierać sondy CryoProbe.
Urządzenie nie zawiera części, które mogłyby być serwisowane przez użytkownika. Sondy CryoProbe nie można uszczelniać ani ponownie montować bez użycia specjalistycznego sprzętu. Nawet odkręcenie kilku śrub może spowodować zniszczenie ustawień fabrycznych i sprawić, że sonda CryoProbe nie będzie nadawać się do użytku.
- Nie umieszczać łącznika CryoCoupler we właściwym położeniu na siłę.
- Nie zakłócać działania zaworów bezpieczeństwa znajdujących się u góry i z przodu trzonka sondy CryoProbe.
- Nie umieszczać łącznika CryoCoupler we właściwym położeniu na siłę.
- Nie przemieszczać urządzenia schłodzonego do temperatur kriogenicznych.
- Nie próbować naprawiać wycieku na zimnej części, ponieważ może dojść do pęknięć zamrożonych pierścieni O-ring, zaworów itp.
- Nadmierna moc pulsów radiowych może uszkodzić sondę CryoProbe lub HPPR. Należy przestrzegać ograniczeń podanych w specjalnym arkuszu „OGRANICZENIA – OSTRZEŻENIA”.

6 Bezpieczeństwo CryoProbe Prodigy

System Prodigy to jedno z akcesoriów spektrometru NMR i składa się z sondy CryoProbe Prodigy, izolowanej próżniowo linii przesyłowej ciekłego azotu, dewara na ciekły azot (Dewar LN2) z zamontowanym na stałe adapterem dewara i urządzenia Prodigy Unit kontrolującego sondę CryoProbe Prodigy.

Sonda CryoProbe Prodigy to sonda NMR ze zintegrowanymi przedwzmacniaczami Cryo. Układ cewek NMR oraz przedwzmacniacz Cryo są chłodzone oparami ciekłego azotu (LN2). Zaletą tej metody chłodzenia jest możliwość osiągnięcia bardzo wydajnej pracy układu cewek NMR oraz znaczne zredukowanie szumu termicznego. Te połączone elementy znacząco zwiększają ogólny współczynnik sygnału do szumu w porównaniu z pomiarami NMR wykonywanymi w temperaturze pokojowej.

LN2 jest przesyłany do sondy z dewara LN2 poprzez linię przesyłową LN2. Sonda CryoProbe tworzy układ otwarty, co oznacza, że azot w postaci gazu jest uwalniany do atmosfery przez otwór wylotowy w sondzie. Specjalny podgrzewacz przy wylocie podgrzewa i powoduje odparowanie nadmiaru ciekłego azotu LN2 przy wylocie. Zimne części wewnątrz sondy są izolowane termicznie przy wykorzystaniu próżni, którą osiąga się za pomocą pompy próżniowej i pompy turbo znajdującej się w urządzeniu Prodigy Unit.

Więcej informacji na temat bezpieczeństwa urządzenia Prodigy i związanych z tym danych znajduje się w Podręczniku użytkownika systemu CryoProbe Prodigy (P/N Z31986) dostępnym na płycie BASH DVD lub w firmie Bruker.

Ponieważ system CryoProbe Prodigy jest używany w połączeniu z magnesem, należy również odnieść się do rozdziału tego podręcznika dotyczącego [Bezpieczeństwo magnesu](#) [▶ 21].

6.1 Kwestie związane z bezpieczeństwem personelu

Wszystkie osoby pracujące z układem NMR lub w jego pobliżu muszą zostać poinformowane o tych problemach związanych z bezpieczeństwem oraz procedurach awaryjnych.

W razie wątpliwości: Należy nosić okulary ochronne, zwłaszcza podczas obchodzenia się z próbkami!

Bezpieczeństwo inherentne

Spektrometr NMR, w tym jego elementy składowe, został zaprojektowany w sposób zapewniający bezpieczeństwo inherentne. Uwzględniono zawory upustowe ciśnienia, czujniki oraz metody radzenia sobie z błędami sprzętu i oprogramowania, aby chronić operatora, sprzęt i środowisko.

Wyłącznie personel mający odpowiednie kwalifikacje techniczne

Tylko osoby mające podstawową wiedzę techniczną w zakresie elektryczności, układów gazów pod ciśnieniem oraz płynów kriogenicznych mogą obsługiwać i konserwować spektrometr NMR. Interfejs użytkownika, komunikaty systemowe i instrukcje obsługi wymagają dobrej znajomości języka angielskiego.

Brak wewnętrznych części, które mogłyby być serwisowane przez użytkownika.

W sondzie / CryoProbe nie ma części, które mogłyby być serwisowane przez użytkownika. Nie należy otwierać tych urządzeń.

Rozproszone pole magnetyczne

Podczas pracy w rozproszonym polu magnetycznym o sile 0,5 mT (5 gausów), należy unikać wszelkich narzędzi i części magnetycznych lub obchodzić się z nimi ze szczególną ostrożnością.

PRZESTROGA: Zegarki magnetyczne oraz karty z paskiem magnetycznym (np. karty kredytowe) należy pozostawić poza polem oddziaływania magnesu o sile 0,5 mT (5 gausów).

Ogólne kwestie związane z bezpieczeństwem

- Osoby nieupoważnione nie powinny mieć dostępu do laboratoriów NMR. Należy upewnić się, że dostęp jest udzielany wyłącznie upoważnionemu i wykwalifikowanemu personelowi.
- Silne pole magnetyczne wiąże się z różnymi zagrożeniami. Strefę zagrożenia należy oznaczyć możliwie najdokładniej za pomocą barierek, odpowiednich oznaczeń na podłodze lub urządzeń wyświetlających ostrzeżenia wizualne. Szczegółowe informacje dotyczące strefy zagrożenia (linii 0,5 mT/5 gausów) można znaleźć w instrukcji bezpieczeństwa.
- Należy bezwzględnie przestrzegać zakazu palenia podczas procedur uzupełniania kriogenów.

6.1.1 Pierwsza pomoc

W przypadku kontaktu zimnego helu lub azotu w postaci gazowej z oczami lub skórą, natychmiast wypłukać dotknięty obszar zimną lub chłodną wodą.

Kontakt

Producent

Bruker BioSpin Group

Niemcy / Francja / Szwajcaria

Adresy i dane kontaktowe:

<https://www.bruker.com/nc/about-us/offices/bruker-biospin/europe-map.html>

E-mail: nmr-support@bruker.com

Infolinie Bruker BioSpin

Zachęcamy do kontaktu z centrami serwisowymi Bruker BioSpin.

Bruker BioSpin zapewnia specjalne infolinie i centra serwisowe, aby nasi specjaliści mogli szybko odpowiedzieć na wszystkie pytania dotyczące serwisu, zastosowań, oprogramowania i problemów technicznych.

Infolinię lub centrum serwisowe do kontaktu można wybrać z naszej listy dostępnej pod adresem:

<https://www.bruker.com/service/information-communication/helpdesk.html>

Lista rysunków

Rysunek 2.1:	Spektrometr AVANCE z wewnętrznym przedwzmacniaczem	14
Rysunek 2.2:	Spektrometr AVANCE z zewnętrznym przedwzmacniaczem (HPPR/2)	14
Rysunek 2.3:	Rozdzielnica PDU	15
Rysunek 2.4:	Okno PDU Display	16
Rysunek 2.5:	Umieszczenie wyłącznika awaryjnego w urządzeniach serii AVANCE NEO	16

Lista tabeli

Tabela 1.1: Warunki pracy spektrometru	9
Tabela 1.2: Znaki i tabliczki.....	9
Tabela 1.3: Współczynniki przeliczania z jednostek SI na amerykańskie	11

Indeks

A

AQS system	17
AVANCE NEO AQS	17

C

CryoCooling Unit	35
CryoPlatform	35
CryoProbe Prodigy	39
CryoProbes	35

H

He Compressor	35
---------------------	----

M

Magnet quench.....	8
Metallic implants	6

P

Prodigy Unit.....	39
-------------------	----

S

Safety:Chemical	8
Safety:Cryogenic	8
Safety:Electrical.....	8
Safety:Outer zone precautions	7
Site Planning Guide.....	7
Stray fields.....	7





Bruker Corporation

info@bruker.com
www.bruker.com

Order No: H171764PL