

dr hab. Piotr Konarski  
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Tele- i Radiotechniczny  
ul. Ratuszowa 11, 03-450 Warszawa

Warszawa, 18. 03. 2025 r.

### **Recenzja rozprawy doktorskiej**

pod tytułem

„Przemysłowy detektor nieszczelności bazujący na spektrometrze masowym”

**autorstwa mgr inż. Pawła Sobczaka**

Przedstawiona do recenzji praca została wykonana na Politechnice Śląskiej

Promotor: prof. dr hab. inż. Monika Kwoka, Politechnika Śląska

Promotor pomocniczy: dr inż. Andreas Glenz, prezes firmy PREVAC w Rogowie.

#### **a) Ocena układu rozprawy doktorskiej, w tym informacje o jej częściach składowych**

Praca doktorska zawiera szereg materiałów, w tym opis przeprowadzonych badań i uzyskane wyniki.

Praca składa się z siedmiu rozdziałów. Pierwszy z nich przedstawia motywację podjęcia tematu. W rozdziale tym sprecyzowana jest także teza pracy doktorskiej.

Rozdział drugi stanowi próbę opisu aktualnego stanu wiedzy w zakresie detekcji nieszczelności. Zawiera krótki opis podstaw teoretycznych detekcji nieszczelności.

W krótkim rozdziale trzecim przedstawiono główny cel doktoratu wdrożeniowego, wymienione zostały części składowe opracowanego urządzenia oraz wskazane zostały jego elementy nowości, którymi są: sterowanie cyfrowe napięciem separatora jonów, zmodyfikowany kolektor jonów oraz przedwzmacniacz sygnału z detektora jonów bazujący na technologii cyfrowej.

Rozdział czwarty zawiera wyliczenie prac dotyczących budowy urządzenia, przedstawione są schematy i zdjęcia opracowanej aparatury.

Rozdział piąty zawiera wyniki przeprowadzonych badań opracowanego urządzenia. W ich trakcie mierzono natężenie prądu jonów docierających do kolektora. Badanymi parametrami były napięcia katody, anody, tzw. tłumika a także prąd emisji elektronów w źródle jonów.

W rozdziale szóstym opisane zostały prace związane z wdrożeniem do produkcji detektora nieszczelności pod kątem pracy w standardzie przemysłu 4.0. W tym rozdziale opisano m.in. proces doboru pompy próżni wstępnej do tego detektora.

Rozdział siódmy zawiera podsumowanie i wnioski końcowe.

#### **b) Ocena zastosowanego piśmiennictwa w ramach rozprawy doktorskiej**

Wykaz literatury liczy 14 pozycji, z których tylko 6 pozycji zostało przywołanych w tekście rozprawy.

Brakuje cytowania aktualnego piśmiennictwa dotyczącego detekcji nieszczelności przy stosowaniu helu jak i wodoru.

#### **c) Wskazanie oraz ocena celu pracy kandydata**

Głównym celem tej pracy było opracowanie i wdrożenie do produkcji detektora nieszczelności. Przyrząd ten został wykonany i wdrożony do produkcji w firmie PREVAC. Tak więc ten główny cel został osiągnięty. Niektóre osiągnięte parametry urządzenia są lepsze od parametrów urządzeń dostępnych na rynku. Widać, że włożono dużo pracy i osiągnięto bardzo dobry rezultat w postaci opracowanego urządzenia. Recenzent wyraża uznanie dla efektu pracy Doktoranta.

#### **d) Wskazanie oraz ocena zastosowanych metod badawczych**

Autor pracy zastosował szereg metod badawczych. Przykładowo, w czasie prowadzonych prac eksperymentalnych wykonano kilka wersji korpusu komory próżniowej magnetycznego spektrometru mas. Pierwsza z nich została wykonana ze stali a finalna ze stopu aluminium. Prace eksperymentalne prowadzono także przy doborze kształtu elektrod źródła jonów, diafragm oraz elektrod kolektora jonów. W ograniczonym zakresie zastosowano symulację torów cząstek naładowanych w polu magnetycznym.

W podstawowej wersji opracowano układ jono-optyczny przeznaczony do detekcji nieszczelności z użyciem gazu roboczego helu. Ten sam układ, ale przy stosowaniu innych parametrów źródła jonów, zastosowano do detekcji z użyciem wodoru lub mieszaniny wodoru z azotem. Na uwagę zasługuje opracowanie cyfrowego przedwzmacniacza przeznaczonego do pomiaru prądów o bardzo niskim natężeniu.

Zastosowane metody doprowadziły do uzyskania pozytywnych rezultatów i umożliwiły konstrukcję układu, który został zastosowany w zbudowanym urządzeniu o symbolu GLD10. Badania tego urządzenia dotyczyły jego integracji z systemami automatyki przemysłowej. Dodatkowo przeprowadzono też testy urządzenia w rzeczywistych warunkach przemysłowych.

#### **e) Ocena części rozprawy doktorskiej dotyczącej omówienia wyników badań**

Omówienie wyników badań Autor umieścił głównie w rozdziale piątym rozprawy. Przeprowadzone badania dotyczyły m.in. doboru parametrów zasilania poszczególnych elementów układu.

Podstawowym pomiarem był pomiar prądu jonów gazu znaczącego (np. helu) na kolektorze jonów. Pomiar tego prądu w układzie z podłączoną nieszczelnością wzorcową pozwalał na dobór napięć elektrod źródła, elektrod układu kolektora a także dobór prądu emisji elektronów w źródle jonów.

Opis tych badań, zdaniem recenzenta, zawiera szereg istotnych błędów, które kontrastują z wysokim poziomem opracowanego urządzenia. Firma PREVAC posiada ugruntowaną pozycję w dziedzinie

budowy aparatury próżniowej. Recenzent uważa zatem, że Autor, który ją reprezentuje, powinien bardziej dostosować poziom tekstu rozprawy do poziomu produktów oferowanych przez tę firmę.

Braki w zamieszczonym opisie przeprowadzonych badań, które związane są z koniecznością zachowania tajemnicy służbowej są zrozumiałe dla recenzenta. Jednak Autor powinien tym bardziej starać się unikać błędów w tekście rozprawy, który nie narusza tajemnicy firmy.

Niektóre zauważone nieprawidłowości są dosyć istotne dla całości opisu i będą szczegółowo przedstawione w punkcie „g” recenzji.

Dotyczą one błędnego podawania wartości fizycznych oraz błędnego przedstawienia wyników przeprowadzonych badań.

#### **f) Informacje dotyczące praktycznego zastosowania uzyskanych wyników badań**

Teza pracy doktorskiej jest następująca: Możliwe jest opracowanie i wykonanie własnego, innowacyjnego przemysłowego detektora nieszczelności opartego na magnetycznym spektrometrze mas, który z jednej strony spełni wymagania technologiczne oraz normatywne współczesnego rynku, a z drugiej - będzie dostosowany do standardów Przemysłu 4.0.

Tak więc praktyczne zastosowanie wyników było głównym celem rozprawy. Cel ten został osiągnięty z sukcesem i opracowano urządzenie, które zostało przeznaczone do produkcji w firmie PREVAC.

#### **g) Informacje o ewentualnych nieprawidłowościach, które pojawiły się w ocenianej rozprawie doktorskiej**

Tekst recenzowanej rozprawy doktorskiej zawiera szereg nieprawidłowości. Poniżej recenzent stara się je wyliczyć.

1. Główny zarzut dotyczy sposobu prezentowania wyników badań na wykresach w rozdziale piątym. Już pierwszy wykres (Rys. 5.1, str. 45) przedstawia według Autora: Zależność poziomu nieszczelności wzorcowej He (nacieku) od potencjału anody źródła jonów (wartość odniesienia  $7 \cdot 10^{-7}$  mbar\*I/s).

Otóż zdaniem recenzenta, Autor wprowadza czytelnika w błąd, gdyż w rzeczywistości wykres ten pokazuje zależność prądu jonów na kolektorze od napięcia podawanego na anodę. Oś rzędnych nie pokazuje zmian nacieku. Naciek w tym eksperymencie jest stały. Natomiast na tej osi pokazane są jedynie wskazania przyrządu, który po zakończeniu procesu kalibracji powinien wskazywać rzeczywiście naciek. W czasie doboru napięcia na anodzie, przyrząd ten w żadnym razie nie pokazuje nacieku.

Co jest bardzo istotne, kilka stron wcześniej, tj. na str. 38 Autor wyjaśnia:

„Normalizacja wskazań wartości nieszczelności polega na porównaniu zmierzonej wartości prądu jonowego podczas pomiaru podłączonego nacieku wzorcowego o znanej wartości i dopasowaniu wartości prądu jonowego o współczynnik przeliczeniowy, aby wartość wyświetlana nacieku odpowiadała wartości rzeczywistej nacieku.”

Tak więc Autor prawidłowo tłumaczy na czym polega skalowanie przyrządu, jednak przy prezentacji wyników na rysunkach 5.1 - 5.4 oraz 5.16 – 5.19 pokazuje na osi rzędnych

„naciek” nie tłumacząc wcale, że na tej osi jest jedynie wskazanie przyrządu, który powinien po kalibracji pokazywać naciek.

2. Wartość indukcji magnetycznej jest bardzo istotna przy budowie spektrometru mas. Wartości indukcji magnetycznej magnesów użytych do budowy detektora podane są w tekście rozprawy w kilku miejscach (na str. 30, 36 i 45), ale za każdym razem błędnie, raz bez jednostek, a w innych przypadkach z błędnymi jednostkami.

Zapewne Autor zdaje sobie sprawę, że przy stosowaniu napięcia anody 350 V i użyciu magnesów o indukcji rzędu 200  $\mu$ T, zbudowanie helowego detektora o małych gabarytach jest niemożliwe.

3. W tekście rozprawy pojawiają się trzy wzory fizyczne: 2.1, 2.2 i 2.3. Natomiast przy opisie wzorów 2.1 i 2.2 nie podano wszystkich jednostek, a w przypadku wzoru 2.2 podano błędną wartość stałej gazowej. Prawidłowa wartość podana jest np. w pozycji literaturowej [1] cytowanej przez Autora.

Te trzy punkty zawierają główne nieprawidłowości w tekście rozprawy. Obniżają one wartość naukową tej rozprawy. Dopiero ich usunięcie umożliwi recenzentowi wystawienie pozytywnej oceny dotyczącej całej rozprawy.

Poniżej przedstawione są kolejne nieprawidłowości, które jednak nie mają już aż tak istotnego wpływu na ocenę wartości pracy.

4. W pracy brakuje rysunku 5.5 a numeracja kolejnych rysunków jest nieprawidłowa.

5. Na str. 10 czytamy:

„źródło jonów (jonizator), w którym następuje jonizacja cząsteczek gazu w wyniku głównie rozrywania ich wiązań chemicznych, ”

To sformułowanie jest prawdziwe. Aczkolwiek nie bardzo szczęśliwe, gdyż akurat w przypadku jonizacji gazu roboczego helu nie następuje rozrywanie wiązań chemicznych.

6. Redakcja tekstu pracy nie jest zbyt staranna. W tekście znajduje się wiele bardziej i mniej istotnych błędów słownych i literowych. Zostały zauważone na stronach: 13, 14, 16, 17, 26, 27, 30, 32, 36-38, 45, 56, 58, 60, 62, 65, 66, 68, 69, 73, 76 i 77.

#### **h) Ocena, czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego**

Zdaniem recenzenta przedstawiona praca nie stanowi oryginalnego rozwiązania problemu naukowego, stanowi natomiast oryginalne zastosowanie pewnych własnych pomiarów i badań o charakterze naukowo-technicznym w celu opracowania i budowy urządzenia. Pomimo istotnych nieprawidłowości, przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska prezentuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej i technicznej przez Autora ubiegającego się o nadanie stopnia doktora.

**i) Ocena, czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie**

Ocena ta nie jest prosta, gdyż do rozprawy doktorskiej nie ma dołączonych publikacji naukowych Autora, a przedstawiony do recenzji tekst rozprawy zawiera istotne nieprawidłowości wymienione w punkcie „g”, które świadczą o pewnym uszczerbku wiedzy teoretycznej kandydata.

Jednak, jeżeli kandydat usunie te nieprawidłowości, opisane w punkcie g. 1, 2, 3 niniejszej recenzji, to taki poprawiony i uzupełniony tekst rozprawy będzie mógł stanowić podstawę dla recenzenta do wystawienia pozytywnej oceny dotyczącej ogólnej wiedzy teoretycznej Autora.

**Wnioski końcowe**

**Stwierdzam, że recenzowana praca doktorska przyniosła bardzo dobre rezultaty w postaci opracowanego i wykonanego detektora nieszczelności.** Uzyskane wyniki są niepodważalne i świadczą o dużym doświadczeniu inżynierskim Autora pracy. Wyrażam duże uznanie dla praktycznych wyników tej pracy.

**Natomiast z przykrością stwierdzam, że tekst rozprawy doktorskiej, w wersji przedstawionej do recenzji, nie spełnia wymagań stawianych rozprawom doktorskim,** zgodnie z art. 187, ust. 1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2023.742 t.j.).

Moim zdaniem uchybienia w tekście rozprawy są istotne i bardzo kontrastują z wysokim poziomem opracowanego urządzenia, czyli praktycznym efektem tej rozprawy.

**Jednocześnie zwracam się z prośbą do Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Technologie Kosmiczne o umożliwienie Doktorantowi korekty tekstu rozprawy,** tak aby mogła ona spełniać stawiane wymagania i być dopuszczona do publicznej obrony.

Uprzejmie proszę Doktoranta o uwzględnienie uwag zawartych w niniejszej recenzji punkt g. 1, 2, 3. Po uwzględnieniu tych uwag będę mógł stwierdzić, że poprawiony tekst rozprawy spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim.

dr hab. Piotr Konarski

Warszawa, 21.03.2026 r.

Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Tele- i Radiotechniczny

ul. Ratuszowa 11, 03-450 Warszawa

**Uzupełnienie recenzji rozprawy doktorskiej**

pod tytułem

„Przemysłowy detektor nieszczelności bazujący na spektrometrze masowym”

**autorstwa mgr inż. Pawła Sobczaka**

Przedstawiona do recenzji praca została wykonana na Politechnice Śląskiej

Promotor: prof. dr hab. inż. Monika Kwoka, Politechnika Śląska

Promotor pomocniczy: dr inż. Andreas Glenz, prezes firmy PREVAC w Rogowie.

Na prośbę Przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Śląskiej, wyrażoną w piśmie z dnia 16.04.2025 r., przedstawiam uzupełnienie recenzji sporządzonej przeze mnie w dniu 18.03.2025 r.

Niniejszym dziękuję Doktorantowi za uwzględnienie podstawowych uwag zawartych w mojej wcześniejszej recenzji oraz za przedstawienie, na moją prośbę, wyjaśnień zawartych w erracie dotyczącej rozprawy doktorskiej.

Po zapoznaniu się z przedstawionymi wyjaśnieniami stwierdzam, że tekst rozprawy doktorskiej, w wersji przedstawionej mi w dniu 22.06.2025 r., spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z art. 187 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2023 r. poz. 742, t.j.), w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.

Jednocześnie wnoszę o dopuszczenie rozprawy do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora.