



AKADEMIA MARYNARKI WOJENNEJ

im. Bohaterów Westerplatte

WYDZIAŁ MECHANICZNO – ELEKTRYCZNY

kmdr rez. dr hab. inż. Grzegorz Grzeczką, prof. AMW

Akademia Marynarki Wojennej

e-mail: g.grzeczką@amw.gdynia.pl

Gdynia 15 września 2023 r.

RECENZJA

dotycząca spełnienia przez rozprawę doktorską mgr. inż. Piotra Rysia pt. „Electrochemical studies of ageing in lead-acid batteries” („Badania elektrochemiczne na procesami starzenia w bateriach kwasowo-ołowiowych”) wymagań określonych w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

1. Wstęp

Pozycja akumulatorów kwasowo ołowiowych w systemach zasilania awaryjnego jest ustabilizowana i pomimo rozwijania się konkurencyjnych technologii, względy ekonomiczne i techniczne powodują że na dłuższy czas sytuacja ta jest ustabilizowana. Długi okres rozwoju akumulatorów tego typu spowodował optymalizację większości faz ich eksploatacji, czyli od wytwarzania do utylizacji. Jednak jedna z tych faz, diagnostyka stanu technicznego, jak słusznie zauważył doktorant nie do końca wykorzystuje dostępne obecne możliwości systemów opartych na modelach matematycznych i bazach eksperckich. Najbardziej popularne obecnie rozwiązania oparte na pomiarach podstawowych parametrów nie pozwalają na precyzyjne określenie stanu zdatności oraz prognozowania trendu degradacji ogniwa. W tym aspekcie, tematyka pracy dotycząca diagnostyki baterii kwasowo-ołowiowych, wykorzystującej modele starzenia i powiązania ze specyficznymi odpowiedziami prądowymi i napięciowymi jest bardzo aktualna.

2. Opis rozprawy

Rozprawa składa się z dziewięciu rozdziałów i została opracowana w języku angielskim. Na początku pracy zawarto streszczenia w języku angielskim oraz polskim. W końcowej części dysertacji zamieszczono załączniki zawierające dane z przeprowadzonych eksperymentów. Wymienione pozycje wraz z wykazem literatury, zawierającym 174 pozycje, zawarte zostały na 273 stronach.

W dwóch pierwszych rozdziałach, na prawie pięćdziesięciu stronach, autor zawarł historię powstania baterii akumulatorów kwasowo-ołowiowych, ich współczesne zastosowanie i przybliżony obecny stan wiedzy teoretycznej, jak również problemy związane z ich badaniem i eksploatacją. Interdyscyplinarne podejście wymagało też opisanie szczegółowych aspektów konstrukcji, użytkowania, materiałów i procesów zachodzących w analizowanych akumulatorach, wielkości fizycznych związanych

z działaniem i eksploatacją oraz metodyk ich pomiarów. Poruszono również zagadnienia z zakresu wpływu technik ładowania akumulatorów na ich żywotność. Dużo uwagi autor poświęcił opisowi procesów starzeniowych zachodzących w bateriach kwasowo-ołowiowych. W rozdziale trzecim zawarte są informacje wynikające z analizy obecnego stanu wiedzy z zakresu metod diagnostycznych akumulatorów kwasowo - ołowiowych. Rozdział czwarty zawiera bardzo ważne w świetle celu pracy i praktycznego zastosowania opracowanych rozwiązań, zagadnienia związane z realnymi rozwiązaniami przemysłowymi oraz stosowanymi w praktyce czynnościami eksploatacyjnym.

W rozdziale piątym autor sformułował hipotezę, że pewne mierzalne właściwości akumulatora kwasowo-ołowiowego można powiązać z określonymi procesami starzenia. Celem pracy było stworzenie modeli i estymatorów opisujących te zjawiska i procesy starzenia. Z kolei wynik tych badań zaowocowałby lepszym zrozumieniem swoistych właściwości akumulatorów, a także stanu zdatności eksploatacyjnej. Na szczególne podkreślenie zasługuje postawiony praktyczny cel, opracowania metod diagnostycznych, które można będzie później wykorzystać w zautomatyzowanych przemysłowych systemach diagnostycznych.

Kolejny rozdział zawiera opis poszczególnych algorytmów, eksperymentów i ich parametrów jak również metod analitycznych użytych do przeprowadzenia badań. W wielu miejscach autor powołuje się na wyniki wstępnych badań, co świadczy o gruntownym i żmudnym przygotowaniu podstaw realizowanych eksperymentów.

Zawarte w rozdziale siódmym wyniki eksperymentów pogrupowane zostały zgodnie z analizowanymi zjawiskami: rezystancji polaryzacyjnej, efektu coup de fouet, impedancji i metodyk odsiarczania. Na tym etapie nakreślono wstępne zarysy modeli i ich powiązania z symptomami diagnostycznymi.

W Rozdziale ósmym autor zawarł szczegółową analizę wyników i spostrzeżeń z przeprowadzonych eksperymentów kontynuowaną zgodnie z cztero-częściową strukturą powiązaną z wcześniej opisanymi zjawiskami. Prowadzi to do wypracowania złożonych modeli na podstawie przeanalizowanych danych i powiązania ich ze stanem zdatności. W końcowej części rozdziału zawarto krótkie porównanie opracowanych metod.

Rozdział dziewiąty zawiera podsumowanie wyników zrealizowanych zadań. Dodatkowo zasygnalizowano w nim szereg możliwych przyszłych badań, wynikających z uzyskanych spostrzeżeń i wniosków. Ważnym aspektem są zasygnalizowane w tym rozdziale działania mające na celu praktyczne aplikacje wypracowanych w trakcie prezentowanych badań modeli diagnostyczny

Układ dysertacji nie odbiega od typowego dla prac doktorskich powiązanych z dyscyplinami technicznymi, w których na bazie rozpoznania i opisanego aktualnego stanu wiedzy, formułuje się problem badawczy oraz tezy a następnie omawia opracowane rozwiązania problemu badawczego i wyniki weryfikacji przyjętego rozwiązania. Logika podpunktów kolejnych rozdziałów i ich zawartość powodują, że ma się wrażenie bardzo przemyślanego i wyważonego ich doboru oraz prób ograniczenia objętości i tak bardzo obszernej publikacji. W przedstawionym tekście zdarzają się błędy literowe, edytorskie czy drażniące dla elektryka tożsame stosowanie określeń bateria i akumulator dla akumulatora. Jednak nie wpływa to na zrozumienie czy jakość opracowania.

3. Uwagi dotyczące doboru tematu, celu, tez i zakresu rozprawy.

Ze względu na znaczenie systemów zasilania zaliczanych do infrastruktury krytycznej oraz ogólnego trendu związanego z budową urządzeń coraz bardziej zautomatyzowanych i autonomicznych, docelowo zintegrowanych z systemami diagnostyki czy autodiagnostyki, dobór tematu i celu oceniam

jako bardzo aktualny. Wybrany temat pozwala na praktyczne wykorzystanie wyników badań co zasługuje na szczególne podkreślenie.

W pracy postawiono jedną tezę:

„Stawia się jednak hipotezę, że pewne mierzalne właściwości akumulatora kwasowo-ołowiowego można powiązać z określonymi procesami starzenia.”

Teza została sformułowana zgodnie z przyjętym celem pracy, chociaż nie do końca oddaje intencję wykorzystania opracowanych zależności w systemach diagnostycznych.

Zakres rozprawy dobrano prawidłowo, odpowiednio do celu badań sformułowanego przez doktoranta. Jak wspomniałem wcześniej wyczuwa się wyważenie w doborze zawartego w dysertacji materiału. Jednak troszeczkę brakuje teorii diagnostyki technicznej i stosowania związanej z nią terminologii.

4. Ocena merytoryczna

Badania podjęte przez doktoranta wpisują się w trendy rozwoju procesów eksploatacji systemów elektroenergetycznych, automatyzacji i diagnostyki technicznej, a w szczególności podniesienia pewności zasilania w systemach zasilania awaryjnego. Poza tym, jak wspomniałem wcześniej, praca jest próbą odpowiedzi na rzeczywiste zapotrzebowania przemysłu i ma aspekt praktyczny. Nie ulega wątpliwości że wyniki mogą być wykorzystane do realizacji rzeczywistych aplikacji przemysłowych. Czytając dysertację odczuwa się silne ukierunkowanie na wytypowane cztery zjawiska. Jednocześnie pojawiają się sygnały i opisy innych. Nie znalazłem jednoznacznie określonego kryterium wyboru lub odrzucenia kierunku badań. Zrealizowany program badań, metodyka eksperymentów oraz dyskusja uzyskanych wyników doprowadziły do uzyskania przez doktoranta oryginalnych własnych modeli matematycznych mogących stanowić podstawę budowy systemów diagnostycznych. Przydatność tych badań potwierdza fakt wystąpienia na ich bazie o wnioski patentowe.

4.1 Uwagi dyskusyjne

Praca jest niewątpliwie interdyscyplinarna i zawiera wiedzę nie tylko z nauk chemicznych czy inżynierii chemicznej ale także inżynierii materiałowej, automatyki oraz elektrotechniki. Wszystkie te dyscypliny łączy zapis matematyczny który w poszczególnych dyscyplinach może podlegać „lokalnym” trendom, jednak dla jasności dobrze byłoby gdyby doktorant zweryfikował:

Eq. 3-22 – zapis $a \in (0,1)$ byłby bardziej czytelny;

Eq. 3-27 - $Z(\omega) = Re(\omega) \pm i \cdot Im(\omega)$ czy nie powinno być- $Z(\omega) = ReZ(\omega) \pm i \cdot ImZ(\omega)$

Str 67 - $|Z(\omega)| = \sqrt{Re(\omega)^2 + Im(\omega)^2}$ dlaczego nie $|Z(\omega)| = \sqrt{ReZ(\omega)^2 + Im(Z\omega)^2}$

Eq. 7-10 – jest $Z(f) = Re + i \cdot Im(f)$ a powinno $Z(f) = Re(f) + i \cdot Im(f)$

Eq. 8-7 , 8-8. jak rozumieć zapisy ” \Rightarrow ” ?

5. Wniosek końcowy

Podjęty i rozwiązany przez Doktoranta problem badawczy jest ważny, aktualny i interdyscyplinarny. Doktorant wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną z kilku dyscyplin oraz wymaganą umiejętnością zaplanowania i samodzielnego przeprowadzenia badań naukowych. Sformułowane przeze mnie uwagi nie umniejszają wartości merytorycznej rozprawy.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że praca doktorska mgr. inż. Piotra Andrzeja Rysia pt. „Electrochemical studies of ageing in lead-acid batteries”, („Badania elektrochemiczne na procesami starzenia w bateriach kwasowo-ołowiowych”) spełnia wymagania stawiane pracom

doktorskim przez ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U.2017 r. poz 1789) w zw. z art. 179 ust. 1 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r., przepisy wprowadzające ustawę – prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2018 r. poz. 1669 z późn. zm.) i może zostać dopuszczona do publicznej obrony.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Józef Jankowski', is centered on the page. The signature is fluid and cursive, with a long horizontal stroke at the end.