

Dr hab. inż. Mariusz Filipowicz, prof. AGH
Wydział Energetyki i Paliw
Akademia Górniczo-Hutnicza
Al. Mickiewicza 30
30-059 Kraków

Kraków, 6.10.2019

RECENZJA

dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego

dr inż. Konrada Gromaszka

w związku z postępowaniem habilitacyjnym w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie elektrotechnika

Opinia opracowana na podstawie postanowienia Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów z dnia 07.06.2019 r. i zlecenia Pani Dziekan Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej z dnia 19.08.2019 r., znak E/Hab.-29-2019/262/2019.

1. Ocena osiągnięcia naukowego

1.1 Omówienie monografii prezentującej osiągnięcie naukowe

Osiągnięciem naukowym, stanowiącym podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego przez Pana dra inż. Konrada Gromaszka jest monografia pt. „**Zaawansowane techniki sterowania procesem spalania pyłu węglowego**”. Poniżej przedstawiono omówienie osiągnięcia wraz z komentarzem i pewnymi uwagami o charakterze dyskusyjnym.

Zaprezentowana monografia dotyczy w znaczącym stopniu problemów automatyki i systemów sterowania. Należy zwrócić uwagę, że w wielu miejscach nie wyczerpuje ona podjętych problemów samodzielnie, dlatego też konieczne jest zaznajomienie się z bogatą listą publikacji Habilitanta. Tylko rozpatrywanie monografii razem z odniesionymi publikacjami Habilitanta w pozwala w sposób wyczerpujący i kompletny zapoznać się z osiągnięciem naukowym Habilitanta.

Należy zwrócić uwagę, że część przedstawionych algorytmów jest znanych w nowoczesnej teorii sterowania, ale w odniesieniu do spalania w kotłach jest niewątpliwie nowością naukową. Habilitant dowodzi swojej głębokiej wiedzy i praktyki w realizacji przemysłowych systemów sterowania oraz biegłości w implementacji sztucznych sieci neuronowych.

W pracy zaproponowano inteligentny model sterowania procesem spalania w kotłach energetycznych oparty na asymetrycznej strukturze SSN. Praca ma charakter symulacyjny.

Określono w sposób wymierny i mierzalny kluczowe czynniki wpływające na architekturę SSN. Na podstawie przeprowadzonej analizy czynników wpływających na spalanie pyłu węglowego w kotle, zauważono, że podciśnienie, zawartość tlenu oraz obciążenie stanowią kompleksowe parametry charakteryzujące spalanie w kotle. Określono je jako wejścia globalne. Powietrze wtórne, wydajność każdego z młynów węglowych, objętość powietrza pierwotnego dodatkowo wpływające na proces spalania w kotle, są zdefiniowane jako lokalne wejścia modelu. Wyłonione w ten sposób silne

zależności uwzględniono w strukturze modelu SSN, a słabe pominięto. Jest to właściwa strategia. Dyskusyjne jest natomiast określenie jakości regulacji z użyciem asymetrycznego SSN na podstawie bardzo małej ilości danych uczących.

Należało bardziej precyzyjnie uzasadnić, czy tak mała reprezentacja danych uczących nie sprawia, że jakość regulacji osiąga swoje minimum lokalne i nie jest optymalna w szerszym zakresie parametrów pracy obiektu.

Opierając się na powyższym rozwiązaniu Habilitant opracował symulacyjny model optymalnego sterowania procesem spalania. Umożliwia on sterowanie ilością powietrza wtórnego dla kotła nadkrytycznego. Habilitant określił, że „na podstawie przeprowadzonych analiz system sterowania procesem spalania oparty na proponowanym modelu pozwala na poprawę średniej wydajności kotła o 0,20% (?) dla typowych warunków obciążenia. Potwierdza to skuteczność stosowania struktur asymetrycznych.” to wynik ten nie jest miarodajny bez dyskusji niepewności parametrycznej użytego modelu numerycznego. Otrzymany wynik może świadczyć tylko o jakości regulacji dla użytego modelu, a w przypadku rozszerzenia na układ rzeczywisty może nie być do końca miarodajny.

Przedstawione badania wykazały, że niestabilne spalanie może być scharakteryzowane parametrami optycznymi (np. polem powierzchni płomienia, długością konturu i współrzędnymi środka płomienia), podobnie jak wyższymi wartościami współczynnika nadmiaru powietrza, niezależnie od mocy cieplnej. Dla większego udziału biomasy zaobserwowano nagłe zmiany omawianych parametrów. Oznacza to niestabilne spalanie. Te obserwacje mają kluczowe znaczenie i stanowią niewątpliwą wkład Habilitanta w stan techniki.

Oryginalnym osiągnięciem Habilitanta jest użycie danych wyjściowych do przekazywania do wejścia sieci neuronowej dzięki sprzężeniu zwrotnemu w ramach standardowej architektury NARX. W związku z faktem, że aktualne wyjście jest dostępne podczas treningu sieci, możliwe jest stworzenie architektury szeregowo-równoległej, w której używane jest wyjście z układu rzeczywistego, zamiast uzyskanej wartości estymowanej.

Habilitant zaproponował polepszenie działania sieci współdziałającej z NARX poprzez nakładanie ograniczeń. Analizowany system sterowania został oceniony przez symulację nagłej skokowej zmiany żądania obciążenia. Ten test powielał krytyczną sytuację, która ma miejsce, gdy wystąpi nieoczekiwana zmiana mocy i zwiększenie obecności rodników NO_x.

Niestety stwierdzenie Habilitanta, że „Ograniczenia są spełnione, ponieważ algorytm sprawdził wszystkie możliwe wartości niepewności” budzi pewne wątpliwości, gdyż w zależności od interpretacji może okazać się nieprawdziwie. Niepewności nie zostały bowiem w pełni zdefiniowane. Jest to kwestią dyskusyjną, czy w ogóle jest to możliwe.

Szczególną wartość pracy stanowi zastosowanie metody hybrydowych struktur sztucznych sieci neuronowych do modelowania i sterowania procesem spalania pyłu węglowego - omówione w rozdziale dziewiątym. Do przeprowadzenia badań, uwzględniono trzy wybrane struktury głębokich sieci neuronowych: MLP, prostą sieć rekurencyjną oraz komórki LSTM. Do opracowania jednolitego modelu hybrydowego wykorzystano hybrydowy EWT, dekomponujący wstępne przetwarzanie sygnału i strukturę przetwarzania końcowego opartą na rekonstrukcji IEWT. Należy jednak poddać dyskusji stwierdzenie Habilitanta, że „Odwrotna empiryczna transformacja falkowa jest wykorzystywana w pracy do korygowania wartości odstających szeregu prognozowania”. Habilitant nie definiuje mechanizmu, architektury, ani założeń algorytmu. Jasne jest, że używa najpierw dekompozycji falkowej sygnału, aby w ramach powtórnej kompozycji za pomocą odwrotnej transformacji falkowej uzyskać odfiltrowany sygnał. Ani w dysertacji, ani w swoich publikacjach nie definiuje on ani zakresu parametru nastaw takiej filtracji, ani nie definiuje artefaktów lub sygnałów zaszumiających, które nie są możliwe do odseparowania klasycznymi metodami. Filtracja czasowo-częstotliwościowa jest bowiem bardzo złożona obliczeniowo i bez konkretnych korzyści nie może zostać efektywnie wykorzystana, zwłaszcza w przypadku przemysłowym. Wskazane byłoby szersze

przedstawienie w publikacjach tej kwestii, tak aby ocenić korzyści z zastosowania transformacji falkowej.

1.2 Ocena osiągnięcia naukowego

Na ocenę osiągnięcia naukowego wpływają w szczególności następujące oryginalne dokonania Habilitanta wymienione tutaj w formie bardzo skrótowej:

- wykazanie, że możliwe niestabilne spalanie można identyfikować za pomocą parametrów optycznych płomienia (np. polu powierzchni płomienia, długości konturu i współrzędnych środka płomienia),
- wykazanie wpływu na spalanie wyższych wartości współczynników nadmiaru powietrza, niezależnie od mocy cieplnej,
- obserwacje nagłych zmian omawianych parametrów dla większego udziału biomasy,
- użycie danych wyjściowych do przekazywania do wejścia sieci neuronowej dzięki sprzężeniu zwrotnemu w ramach standardowej architektury NARX,
- opracowanie metody hybrydowych struktur sztucznych sieci neuronowych do modelowania i sterowania procesem spalania pyłu węglowego.

Należy podkreślić znaczenie i zalety opracowanej metody sterowania procesami spalania. Jest to metoda wykorzystująca zaawansowane techniki sztucznej inteligencji i potencjalnie mającą szansę zastosowania w praktyce w szerokim zakresie w instalacjach przemysłowych i energetycznych. Przytoczone przez Habilitanta rozważania dowodzą wielu zalet tej metody sterowania, m.in. metoda jest nieinwazyjna, analizuje się szerszy niż w innych podejściach zakres informacji, która jest przestrzennie selektywna praktycznie nieopóźniona.

Biorąc pod uwagę wartość naukową i praktyczną opiniowanego osiągnięcia naukowego, udokumentowanego monografią oraz innymi publikacjami, będącym oryginalnym i znaczącym wkładem dr inż. Konrada Gromaszka w rozwój dyscypliny elektrotechnika, stwierdzam, że opiniowane osiągnięcie naukowe spełnia wymogi ustawowe.

2. Ocena istotnej aktywności naukowej

2.1 Ocena osiągnięć naukowo-badawczych Habilitanta

Oprócz badań naukowych przedstawionych do oceny jako osiągnięcie naukowe, Habilitant realizował prace badawcze dotyczące szerokiego zakresu następujących zagadnień:

- monitoringu i sterowania procesami spalania (w tym biomasy i innych paliw stałych w różnych typach jednostek) oraz innymi procesami technologicznymi
- zastosowań metod sztucznej inteligencji
- zastosowań metod kontroli optycznej (przetwarzania obrazów)
- wykorzystania metod predykcyjnych
- zastosowań sieci neuronowych
- zagadnień obliczeniowych i przetwarzania informacji

- modelowania procesów i urządzeń technicznych
- inne zagadnień techniczne w dość szerokim zakresie stosowania.

Dr inż. Konrad Gromaszek od czasu uzyskania stopnia doktora w roku 2006 zgromadził znaczny dorobek naukowy. Najważniejszymi jego wyznacznikami są następujące pozycje:

- autorstwo i współautorstwo łącznie 109 publikacji, w tym:
 - 11 publikacji w czasopismach indeksowanych w JCR
 - 28 publikacji w czasopismach spoza JCR
 - 4 monografie
 - 11 rozdziałów w monografiach
 - 36 artykułów w materiałach konferencyjnych z bazy WoS
 - 19 artykułów konferencyjnych spoza bazy WoS
- liczba cytowań według WoS: 63,
- Indeks Hirscha wg WoS: 5.

Obszerny dorobek naukowy dr inż. Konrada Gromaszka wyróżnia duża liczba publikacji oraz szeroki zakres tematyczny prowadzonych prac, obejmujący różnorakie zagadnienia techniczne z wykorzystaniem nowoczesnych metod monitoringu, akwizycji danych, sterowania przy użyciu technik związanych ze sztuczną inteligencją analizą i przetwarzaniem obrazów.

Zwraca uwagę również aktywny udział Habilitanta w konferencjach naukowych. Habilitant właściwie rozpowszechnia wyniki swoich badań naukowych, przede wszystkim w wymiarze krajowym.

Dorobek naukowy dr inż. Konrada Gromaszka, od czasu uzyskania doktoratu jest obszerny, doskonale udokumentowany i definitywnie spełnia wymagania ustawowe.

2.2 Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej Habilitanta

Oceniając dorobek dydaktyczny, popularyzatorski oraz w zakresie współpracy międzynarodowej dr inż. Konrada Gromaszka należy w szczególności wymienić następującą aktywność Habilitanta:

- kierowanie jednym projektem międzynarodowym,
- uczestnictwo w jednym programie międzynarodowym i czterech krajowych projektach badawczych (jako wykonawca),
- udział w 8 konferencjach międzynarodowych i 30 krajowych,
- wygłoszenie 7 referatów na konferencjach międzynarodowych i 9 na krajowych,
- wykonanie 7 recenzji w czasopismach międzynarodowych i 5 krajowych,
- staż naukowy w Kazachski Narodowy Uniwersytet Techniczny im. K.I. Satpayeva, Ałmata, Kazachstan, rok 2015

- udział w Komitecie Naukowym międzynarodowej konferencji oraz czterech konferencji krajowych,
- prowadzenie zajęć dydaktycznych w 8 przedmiotach,
- Promotor 89 prac dyplomowych magisterskich i inżynierskich (od 2007),
- występowanie jako promotor pomocniczy trzech doktorantów.

Podsumowując dorobek Habilitanta w powyższym zakresie należy zwrócić uwagę zwłaszcza na aktywność w zakresie opieki nad studentami i doktorantami.

Należy podkreślić kierowanie i udział w projektach badawczych o dużym znaczeniu praktycznym, zwłaszcza we współpracy z partnerami przemysłowymi, m.in. w zakresie przygotowywania wspólnych projektów i badań naukowych.

Oceniając dorobek dr inż. Konrada Gromaszka w powyższym zakresie (współpracy międzynarodowej, popularyzacji nauki i dydaktyki) należy uznać go za spełniającego wymagania w postępowaniu habilitacyjnym.

3. Wniosek końcowy

Osiągnięcie naukowe habilitanta, będące przedmiotem oceny, cechuje się spójnością tematyki, wysokim poziomem naukowym, innowacyjnym charakterem i stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny elektrotechnika, a w szczególności w rozwój wiedzy z zakresu technik sterowania procesami spalania.

Habilitant istotnie powiększył swój dorobek naukowy w okresie po otrzymaniu stopnia doktora. Jego dorobek publikacyjny charakteryzuje się wysokimi wskaźnikami bibliometrycznymi. Godne podkreślenia jest znaczne zaangażowanie habilitanta w różnorodną działalność naukową, realizowanie projektów badawczych mających istotne znaczenie praktyczne oraz inne przedstawione do oceny osiągnięcia (ekspertyzy, członkostwo w zespołach eksperckich, współpraca naukowa).

Oceniając całokształt działalności naukowo-badawczej, organizacyjnej i dydaktycznej habilitanta, a zwłaszcza osiągnięcie naukowe w postaci opracowanej metody sterowania procesami spalania, biorąc pod uwagę kryteria oceny osiągnięć naukowych osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (rozporządzenie MNiSW z dnia 1.09.2011) stwierdzam, że spełniają one wymagania określone w „Ustawie stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” z dnia 14 marca 2003 r. (z późniejszymi zmianami). Osiągnięcie naukowe zatytułowane „Zaawansowane techniki sterowania procesem spalania pyłu węglowego” oraz pozostałe elementy dorobku naukowego wnoszą znaczny wkład habilitanta w rozwój dyscypliny elektrotechnika

W mojej opinii dr inż. Konrad Gromaszek w pełni zasługuje na nadanie mu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie elektrotechnika, która odpowiada dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika (wg. nowej klasyfikacji).

