

Dr hab. inż. *Włodzimierz Kęska*

profesor emerytowany

POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Recenzja pracy doktorskiej Ł. Jarczyńskiego na temat:

Metoda oceny efektywności niskotemperaturowych urządzeń suszących

Opis i ocena formalna pracy

Praca została dostarczona w formie pliku komputerowego, w formacie PDF, przygotowana do wydruku. Wydruk liczy 115 stron i zawiera 8 głównych rozdziałów oraz wykazy literatury, rysunków i tabel. Przed głównym tekstem zamieszczono streszczenie w j. polskim i angielskim, spis treści oraz spis oznaczeń. W ośmiu merytorycznych rozdziałach pracy opisano kolejno genezę i uzasadnienie podjęcia tematu pracy, aktualny stan techniki w zakresie wykorzystywania tzw. niekonwencjonalnych i odnawialnych źródeł energii, podstawowe metody suszenia ziarna zbóż, a następnie zaprezentowano hipotezę roboczą i charakterystykę metody jej weryfikacji. W dalszej części podano opis metody modelowania obiektu suszącego oraz wskaźnikowej metody oceny jego efektywności energetycznej i ekonomicznej. Pracę zakończono opisem przykładu zastosowania opracowanej metody, podsumowaniem oraz wnioskami. Praca zawiera 37 rysunków oraz 30 tabel. Wykaz literatury zawiera 131 pozycji w tym książki, artykuły w czasopismach naukowych i strony WWW.

Są tu zatem wszystkie typowe elementy rozprawy naukowej w tradycyjnym, formalnie poprawnym układzie. Pod względem formalnym praca jest zredagowana poprawnie, tj. poprawny jest układ pracy, na ogół poprawne użycie terminów i pojęć naukowych i jasny oraz zrozumiały język pracy.

Autor wykazał dobrą orientację i erudycję w przedmiocie pracy, opartej na szerokim spisie literatury w którym występują najbardziej znaczące pozycje z zakresu suszarnictwa płodów rolnych i metod wykorzystywania energii ze źródeł odnawialnych. Zauważone błędy zaznaczono w tekście dostarczonym do recenzji.

Analiza merytorycznej zawartości pracy

1. Wybór tematu pracy i problemu badawczego

Istotą procesów życiowych jest nieustanna transformacja energii, która zgodnie z najważniejszym prawem fizyki, nie może się ani rodzić ani znikać. Wyjątkiem jest tu przekształcanie masy w

energię jakie zachodzi w reakcjach jądrowych. Pierwotnym źródłem energii jest dla życia na ziemi słońce, gdzie zachodzi taka właśnie reakcja. Na ziemi energia czerpana ze słońca jest przekształcana w procesach fotosyntezy roślin na energię wiązań chemicznych, co w minionych okresach geologicznych doprowadziło do powstania w skorupie ziemi ogromnych depozytów tych nośników energii: w postaci węgla, ropy naftowej i gazu. Kiedy w 19 wieku ludzie nauczyli się na przemysłową skalę wykorzystywać te depozyty do pozyskiwania energii cieplnej, mechanicznej i elektrycznej, nastąpiła dzięki temu niespotkana w dziejach eksplozja demograficzna, która na zasadzie dodatniego sprzężenia zwrotnego powoduje katastroficzne wyczerpywanie się tych depozytów. Nieuchronny powrót do pierwotnego źródła, jakim jest słońce, może przebiegać także katastroficznie. Stąd niezliczone wysiłki uczonych całego rozumnego świata, by powrót ten przebiegł w sposób najmniej niebezpieczny dla rodzaju ludzkiego. Alternatywą jest stworzenie na ziemi niewyczerpalnego źródła pierwotnego, jakim jest kontrolowana synteza jądrowa, a dokładniej synteza jąder wodoru w hel. Jest to jednak bardzo trudne, jeśli w ogóle możliwe.

Jednym z najbardziej energochłonnych procesów, w którym nastąpiło przejście od naturalnego źródła energii tj słońca, do źródeł nieodnawialnych, jest suszenie płodów rolnych, będące podstawową metodą ich konserwacji.

Biorąc powyższe pod uwagę należy stwierdzić, że wybrany temat pracy doktorskiej mieści się w najważniejszym obecnie nurcie badań naukowych, istotnym dla przetrwania cywilizacji.

2. Analiza dotychczasowego stanu wiedzy

W pierwszych rozdziałach pracy autor omawia kolejno najważniejsze tzw. odnawialne źródła energii i metody ich wykorzystywania: tj bezpośrednią energię promieniowania słońca, energię ruchów atmosfery i hydrosfery, pobudzanych promieniowaniem słońca, krótkoterminowe samoodnawialne depozyty biomasy itp. W następnej kolejności autor analizuje proces suszenia znanymi sposobami jako proces wymiany ciepła i masy pomiędzy suszonym materiałem i czynnikiem suszącym tj głównie wilgotnym powietrzem. (suszenie parą przegrzewaną nie jest w danym przypadku stosowalne).

Są to informacje poniekąd znane, zaczerpnięte z bardzo bogatej literatury przedmiotu, a ich przytoczenie w ramach pracy ma wartość uzasadniającą, porządkującą wywód lub dydaktyczną. Należy tu zauważyć, że dydaktyczna wartość prac doktorskich nie zawsze jest doceniana, gdyż od tych prac ustawowo żąda się poszerzenia istniejącej wiedzy. Ten poznawczy aspekt ujmuje druga część pracy, na początku której autor formułuje cel poznawczy pracy i hipotezę roboczą. Przedstawiona mnogość możliwości prowadzenia procesu suszenia ziarna z wykorzystaniem niekonwencjonalnych źródeł ciepła potrzebnego do odparowania wody stwarza problem wyboru metody optymalnej.

3. Badania własne

Zatem, głównym celem poznawczym pracy jaki autor sobie stawia, jest znalezienie optymalnej metody niskotemperaturowego suszenia ziarna, z maksymalnym wykorzystaniem zróżnicowanych, odnawialnych źródeł energii cieplnej, w tym energii cieplnej czerpanej bezpośrednio z atmosfery. Autor, zdaje się celowo, unika jednak stosowania określenia „optymalizacja”, gdyż jego nadużywanie jest często krytykowane przez recenzentów prac naukowych. Określenie to rezerwuje się zwykle do ścisłych matematycznych procedur poszukiwania minimalnej wartości tzw. funkcji celu w obszarze matematycznie wyrażonych ograniczeń. Numeryczne metody rozwiązywania tego zagadnienia są dobrze rozwinięte i zwykle mają teoretycznie udowodnioną zbieżność tj taką właściwość, że ciąg kolejnych przybliżeń rozwiązania zadania jest bezwarunkowo zbieżny do rozwiązania dokładnego. Należy tu zauważyć, że stosowanie ścisłych i udowodnionych teoretycznie procedur matematycznych wcale nie zapewnia znalezienia rozwiązania optymalnego z punktu widzenia głównego celu, jakim w gospodarce rynkowej jest sukces rynkowy nowej konstrukcji lub metody. To zależy w pierwszym rzędzie od trafnego sformułowania zadania optymalizacji a nie od jego dokładnego rozwiązania, tj.

od trafnego wyboru funkcji celu i trafnego sformułowania ograniczeń. Tu zaś mieści się ogromna doza subiektywizmu i intuicji. W konstrukcji maszyn jednymi z najważniejszych ograniczeń lub składników funkcji celu są naprężenia dopuszczalne. Zwykle przyjmuje się je jako iloraz wytrzymałości materiału przez współczynnik bezpieczeństwa, na ogół słabo uzasadniony i dobierany subiektywnie na bazie uogólnionych doświadczeń i intuicji ekspertów, zapisanych w poradnikach konstruktorów i normach technicznych. O kapitalnej różnicy pomiędzy rozwiązaniem optymalnym w sensie matematycznym a rozwiązaniem optymalnym w sensie ekonomicznym może świadczyć przykład konstruowania silosu na ziarno, wykorzystywanego w procesach dosuszania. Głównym składnikiem kosztu jego produkcji jest koszt materiału, stąd naturalnym kryterium optymalizacji często przyjmowanym w matematycznej optymalizacji konstrukcji metalowych jest tu objętość materiału, stosunkowo łatwa do policzenia funkcja wymiarów traktowych w zadaniu optymalizacji jako zmienne decyzyjne. Głównymi ograniczeniami są ograniczenia wytrzymałościowe, a najdoskonalszą metoda obliczania ich wartości jest obecnie MES. Jest oczywiste, że rozwiązanie optymalne leży tu na ograniczeniach wytrzymałościowych. Optymalny zestaw wymiarów jest tak dobierany aby naprężenia obliczeniowe w wybranych punktach konstrukcji równały się naprężeniom dopuszczalnym. Współczesne systemy komputerowe pozwalają stosunkowo łatwo znaleźć to rozwiązanie. Niestety w praktyce występuje tu wiele trudnych do uwzględnienia czynników losowych, takich jak parcie kapryśnego wiatru, ciężar śniegu i lodu, zmienność właściwości fizycznych ziarna, rozrzut parametrów wytrzymałościowych materiału, błędy obliczeniowe, błędy wykonawcze itd. Pomiedzy tymi czynnikami mogą zachodzić złożone interakcje i synergia. Wszystko to mieści się w przyjmowanym arbitralnie współczynniku bezpieczeństwa. Zbliżanie się do rozwiązania optymalnego w sensie matematycznym zawsze zwiększa ryzyko katastrofy, które w mniej zaawansowanych obliczeniach jest pomijane. Ryzyko takie zawsze istnieje, ale nawet gdy potrafimy je oszacować, pozostaje otwarty problem określenia ryzyka dopuszczalnego. Ile kosztuje życie jednego człowieka? Dla jednych nic, dla innych jest bezcenne. Kilka katastrof silosów danego producenta, których materialny koszt może być względnie znikomy przy dużej skali produkcji, może go całkowicie wyeliminować z rynku i zamiast dodatniego efektu ekonomicznego będziemy tu mieli do czynienia z katastrofą ekonomiczną. Rozwiązanie optymalne z matematycznego punktu widzenia może okazać się anty optymalne z punktu widzenia ekonomicznego. Z takim scenariuszem spotykamy się w praktyce dość często.

W przypadku procesów suszenia, jeśli za kryterium optymalizacji przyjmiemy zużycie energii czerpanej ze źródeł nieodnawialnych to bez dowodu można stwierdzić, że optymalny jest tu proces suszenia zupełnie bez użycia takiej energii a więc w otwartym polu na słońcu. Taki proces dominował w tradycyjnych technologiach utrwalania żywności, głównie ziarna zbóż, mięsa oraz owoców i warzyw. Te technologie zostały jednak wyeliminowane z innych powodów. Podobnie jak w żegludze morskiej w przemysłowych technologiach rolno-spożywczych dąży się do powtarzalności i pewności, czyli uniezależnienia od zmiennych warunków przyrodniczych. A zatem można stwierdzić, że nadrzędnym celem tej pracy jest poszukanie takich metod wykorzystania pierwotnych źródeł energii, aby uniknąć niedogodności występujących w prymitywnych metodach naturalnych, opartych na odnawialnych źródłach energii, z powodu których zostały one w niedalekiej przeszłości zaniechane, zachowując jednak zalety technologii opartych na źródłach nieodnawialnych. Jest to jeden z najistotniejszych trendów rozwoju technologii, bazujący na możliwościowych dynamicznie rozwijających się technologiach IT.

Naturalną hipotezą jest tu stwierdzenie, że zapewni to opracowana przez autora metoda wskaźnikowa, której ekspozycję i egzemplifikację autor przedstawia w dalszej części pracy. Można oczywiście dyskutować, czy jest to klasyczna hipoteza, którą można weryfikować, czy jedynie sformułowanie przekonania autora że wybór metody optymalizacji konfiguracji urządzenia suszącego zaproponowaną w dalszej części pracy jest najlepszy z możliwych. Szersza dyskusja tego problemu jest zawarta w końcowym rozdziale recenzji.

W dalszych rozdziałach prac przedstawiony jest już oryginalny, merytoryczny wkład autora. Stara się on przedstawić proces suszenia w ściśle sformalizowany sposób na na bazie ogólnej teorii systemów, rozwijanej przez L. Powierzę. Po takim sformalizowaniu, w następnej kolejności autor formułuje ogólną macierz wskaźników procesu, z których wybiera najbardziej przydatny do oceny procesu suszenia podzbiór. W oparciu o znane prawa fizyki i termodynamiki buduje własną, oryginalną wersję modelu procesu suszenia ziarna w nieruchomej warstwie, uzupełniając znane zależności fizyczne brakującymi danymi empirycznymi. W oparciu o ten model, za pomocą programów komputerowych do symulacji procesów fizycznych wyznacza wybrane wskaźniki procesu suszenia. Kwalifikacja różnych wariantów procesu suszenia jest prowadzona w oparciu o przynależność wartości tych wskaźników do zadanych wcześniej przedziałów. W wyniku tej procedury Autor wyznacza najlepszą z branych pod uwagę konfigurację urządzenia suszącego. Ta procedura jest przedstawiona dalej na wybranym przykładzie suszenia ziarna. Pracę kończą wnioski i zalecenia, głównie dotyczące kierunków rozwijania zaprezentowanej metody i kontynuacji pracy.

Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Jakkolwiek praca jest zredagowana na ogół poprawnie pod względem formalnego układu treści i komunikatywności językowej, dało się zauważyć sporo niedociągnięć redakcyjnych, głównie w formie błędów maszynowych. W nielicznych przypadkach zauważono nieprawidłowe użycie terminów naukowych, takich jak np. wilgotność względna ziarna. Wilgotność względna jest definiowana jako stosunek zawartości wody w materiale do zawartości wody w stanie nasycenia. Stan nasycenia jest ściśle określony dla pary wodnej ale nieokreślony dla ziarna. Parametr który autor podaje to wilgotność bezwzględna lub po prostu wilgotność ziarna. W wielu fragmentach zauważa się niezdecydowaną interpunkcję i błędy interpunkcyjne. Zapis wzorów w tekście w niektórych przypadkach występuje w formie liniowej, stosowanej w programach komputerowych (ukośne kreski ułamkowe, znaki mnożenia w formie gwiazdki, brak indeksów dolnych i górnych itp.) W tekście pracy poza oczywistymi cytatami programu komputerowego, należy stosować jednolity zapis matematyczny, gdyż np. gwiazdka w zapisie matematycznym oznacza całkowitą operację splotu a nie mnożenia. Zdarzają się niepotrzebne powtórzenia tekstu. Ten problem nie jest jednak wyłączną winą autorów prac, gdyż to, co w dawnym procesie wydawniczym wykonywał liczny zespół wspomagający autora: graficy, zecerzy, metrapaże korektorzy i redaktorzy, teraz autor tekstu wykonuje sam, z pomocą niedoskonałych jeszcze narzędzi informatycznych. We współczesnych programach do edycji tekstu wykorzystuje się niedoskonałe jeszcze oprogramowanie lingwistyczne nie posiadające zdolności analizy sensu zdań, a jedynie słowniki. Niepoprawnie zapisane słowa spoza słownika są automatycznie zamieniane na najbardziej podobne ze słownika ale niekoniecznie pasujące do kontekstu.

Wnioski z zalecenia są podane dość lakonicznie i nazbyt oszczędnie

Szerszej dyskusji wymaga problem weryfikacji hipotez. W klasycznym ujęciu pracy naukowej wymagane jest postawienie problemu i sformułowanie hipotezy jako próby rozwiązania problemowej sytuacji, a następnie weryfikacji tejże hipotezy. Nagminne w pracach doktorskich jest naciąganie treści pracy do tego schematu, który niekoniecznie pasuje do istoty pracy. Stąd często się zdarza, że formułowane hipotezy są albo prawdziwe z definicji, lub też niemożliwe do poprawnej weryfikacji. Jednym z najczęstszych błędów jest przyjmowanie hipotezy za prawdziwą w przypadku gdy nie dało się jej, w oparciu o dane statystyczne z pomiarów, sfalsyfikować. Do takich hipotez należy klasyczna hipoteza zerowa, którą intuicyjnie i błędnie przyjmuje się za prawdziwą, gdy nie ma podstaw we wnioskowaniu statystycznym do jej odrzucenia. Taki wniosek jest jednak nie uprawniony, gdyż z faktu że czegoś nie dostrzegamy, nie wynika fakt, że tego nie ma. Jest to przeniesienie z nauk teoretycznych, dedukcyjnych, tzw. dowodu nie wprost do nauk empirycznych. Różnica polega tu jednak na tym, że o ile w dowodzie nie wprost twierdzenie

uznaje się za prawdziwe, gdy w całym zbiorze możliwości nie znajduje się ani jednego przypadku jego fałszywości, w naukach empirycznych wyczerpanie w doświadczeniach pełnego zbioru możliwych przypadków jest zwykle niemożliwe. Szczególnie typowym przypadkiem jest tu sprawdzanie empiryczne modeli matematycznych. Pewnym jest, że modele, nawet te najdokładniejsze, są tylko uproszczeniem rzeczywistości stąd wyniki uzyskane z symulacji zawsze będą się nieco różnić, od wyników teoretycznych, co zawsze da podstawę, przy dokładniejszych pomiarach i lepszej eliminacji czynnika losowego z eksperymentu, do obalenia hipotezy zerowej o braku takich różnic. Aby nie odrzucić, czyli przyjąć hipotezę zerową wystarczyłoby zatem zmniejszyć dokładność pomiarów, co jest niedorzeczne. Jaskrawym przykładem jest tu stosowana w powszechnie w obliczeniach inżynierskich FEM mechanika ośrodków ciągłych, które poza absolutną próżnią w realnym świecie nie istnieją, zaś dyskretyzacja obliczeniowa, na której opiera się ta metoda, nie ma nic wspólnego z dyskretną budową materii. Metoda FEM jest jednak nieoceniona w obliczeniach inżynierskich naukowych, bo chociaż formalnie fałszywa, daje lepsze przybliżenia niż inne metody. Wiadomo że prawa Newtona nie są prawdziwe a jedynie stanowią dokładne przybliżenie praw relatywistycznych w zakresie małych prędkości. Tak więc nie jest problemem naukowym czy dany wzór jest prawdziwy, ważne by tylko stanowił zadowalające przybliżenie, praktyczne w obliczeniach inżynierskich. Z tym problemem borykają się fizycy badający budowę materii. Dysponują oni mnogością konkurujących modeli matematycznych mikroświata, który nie jest bezpośrednio dostępny zmysłom. Problem poznania tego świata sprowadza się tu zatem do sprawdzania przydatności danego modelu do interpretacji eksperymentów i obserwacji pośrednich, nie można jednak powiedzieć kategorycznie że dany model jest prawdziwy albo fałszywy. W jednych przypadkach jest zgodny z obserwacjami, w innych niezgodny. Czyli jest jednocześnie i prawdziwy i fałszywy.

Konkludując, według mojej opinii, pracę można uznawać za wartościową, jeśli sformułowane w niej teorie dają przybliżenia lepsze od dotąd znanych i prowadzą do wyjaśnienia obserwacji lub efektu praktycznego prostszą drogą.

Podsumowanie

W wyniku analizy tekstu pracy można stwierdzić, że autor posiada szeroką wiedzę z zakresu nowoczesnych technologii suszenia oraz technicznego wykorzystywania tzw. odnawialnych źródeł i nośników energii, a także wiedzę i umiejętności w zakresie współczesnej metodologii nauk technicznych, a w szczególności metodologii badań symulacyjnych oraz techniki systemów.

Autor wniósł nowy i istotny wkład do nauk technicznych poprzez rozwinięcie i podanie aplikacyjnego przykładu zastosowania metod inżynierii systemów do badania i optymalizacji procesów suszenia płodów rolnych z wykorzystaniem nieodnawialnych źródeł energii. Podejście zaprezentowane w pracy nie było znane recenzentowi z wcześniejszej literatury przedmiotu, można je zatem uznać za w pełni oryginalny wkład autora.

Przedstawione wyżej uwagi dyskusyjne, i krytyczne nie podważają osiągnięć naukowych autora i są zapisane jedynie w intencji pomocy w jego dalszym rozwoju naukowym. Zauważone błędy redakcyjne dadzą się łatwo poprawić w ewentualnych publikacjach jakie mam nadzieję powstaną na podstawie tej pracy.

Konkluzja

Na podstawie powyższego mogę zatem stwierdzić, że zgodnie z wymaganiami Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuk pracy może być podstawą do nadania stopnia nauk technicznych.

Wniosuję zatem o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony

K. Kęska

