

Częstochowa, 04.08.2025 r.

Dr hab. Marcin Nabiałek, prof. PCz

Katedra Fizyki

Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów

Politechnika Częstochowska

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra inż. Patryka Płaczka

**pt. „Badania własności użytkowych nowo zaprojektowanej ościeżnicy
o obniżonym współczynniku przenikalności termicznej”**

Podstawa opracowania recenzji

Podstawę opracowania recenzji stanowi uchwała Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej z dnia 15 kwietnia 2025 r. przekazana w piśmie Przewodniczącego Dyscypliny Naukowej Inżynieria Materiałowa, prof. dra hab. inż. Adama Grajcara z dnia 15 kwietnia 2025 roku (RDIMa.512.32.2025).

Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska Pana mgra inż. Patryka Płaczka zrealizowana na Politechnice Śląskiej, Wydział Mechaniczny Technologiczny. Praca doktorska została przygotowana w ramach programu Doktorat wdrożeniowy. Promotorem rozprawy jest Pan dr hab. inż. Tomasz Tański, prof. PŚ, promotorem pomocniczym jest Pan dr inż. Przemysław Snopiński natomiast promotorem z przemysłu jest Pan mgr inż. Sławomir Kupiec. Rozprawa doktorska liczy 110 stron, charakteryzuje się klasyczną formą. Składa się ze wstępu, przeglądu literatury, dwóch rozdziałów dotyczących przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników, podsumowania, wniosków oraz spisu literatury. Praca zawiera 53 rysunki, 23 tabele, a spis literatury składa się z 92 pozycji, w tym 16 norm, 2 rozporządzeń i 29 pozycji

Biuro Dziekana

wpłynęło dnia 07 SIE 2025
RDIMa 129/51/2025
nr 2025

anglojęzycznych. Autor nie cytuje własnych pozycji literaturowych, brak jest również odniesień do publikacji promotorów.

Charakterystyka rozprawy

Dążenie do zero emisyjności budynków mieszkalnych oraz użyteczności publicznej wymaga kompleksowego podejścia do budowania nowych obiektów jak i renowacji istniejących budynków. Jednym z aspektów jest ograniczenie produkcji gazów cieplarnianych przez zastosowanie nowoczesnych, zero emisyjnych źródeł energii takich jak: panele fotowoltaiczne, elektrownie wiatrowe czy pompy ciepła. Technologie te mogą być efektywnie stosowane jedynie w odpowiednich warunkach technicznych – przede wszystkim dotyczących parametrów izolacyjnych budynków. W ostatnich kilkunastu latach doszło do znacznego zaostrzenia przepisów dotyczących przenikalności cieplnej przegród budowlanych. Jednym z istotnych obszarów jakich dotyczą zmiany są drzwi zewnętrzne. Wraz z ościeżnicą, drzwi zewnętrzne od 2021 roku w nowo budowanych obiektach, decyzją odpowiedniego rozporządzenia, muszą charakteryzować się współczynnikiem przenikania ciepła poniżej $1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Ze względu na fakt, iż do produkcji drzwi i ościeżnic wykorzystywane są materiały o wysokim współczynniku przenikania ciepła (stal i aluminium), celowym jest podjęcie prac nad nowymi konstrukcjami ościeżnic i drzwi zewnętrznych w celu poprawy ich własności izolacyjnych przy jednoczesnych zachowaniu pozostałych cech użytkowych drzwi.

Przedłożona do recenzji praca Pana mgr inż. Patryka Płaczka jest rezultatem prac eksperymentalnych i konstrukcyjnych prowadzonych nad nową konstrukcją ościeżnicy drzwi zewnętrznych charakteryzującą się obniżonym współczynnikiem przenikania ciepła przy zachowaniu grubości skrzydła oraz innych parametrów użytkowych.

Dobór tematyki jest trafny biorąc pod uwagę trendy proekologiczne oraz uwarunkowania prawne. Realizowana praca niewątpliwie mieści się w zakresie dyscypliny naukowej inżynieria materiałowa.

Przedłożona praca doktorska składa się z dwóch zasadniczych części: przeglądu literatury (poprzedzonego krótkim wstępem) oraz części eksperymentalnej. Przegląd literatury zawiera liczne odniesienia do uwarunkowań prawnych i norm dotyczących przegród budowlanych w izolacyjności termicznej. Doktorant dokonał również charakterystyki materiałów stosowanych do produkcji ościeżnic drzwiowych. Opisano kolejno: poliuretany, poliole, stale i stopy aluminium. Ponadto zamieszczono charakterystykę ościeżnic stalowo – drewnianych oraz stalowych z przekładką PVC. Następnie Doktorant dokonał charakterystyki technologii produkcji ościeżnic stalowych metodami: gięcia na krawędziarkach oraz profilowania rolkowego. Na końcu rozdziału Autor pochylił się nad pojęciami technologiczności produktu, technologiczności materiałowej, konstrukcji oraz procesu wytwarzania oraz technologiczności konstrukcji.

W rozdziale trzecim, Autor zamieścił cele oraz tezę pracy. Na cel nadrzędny Doktorant wyznaczył: „opracowanie koncepcji ościeżnicy skrzydła drzwiowego o obniżonym współczynniku przenikalności termicznej z wykorzystaniem technologii wspomagania projektowania (CAx) a następnie stworzenie w drugim kroku modelu fizycznego o uprzednio zaprojektowanych własnościach i designie”. Pobocznym celem pracy było „dążenie do zachowania funkcjonalności i wytrzymałości ościeżnicy drzwiowej na dotychczasowym poziomie”. W dalszej części rozdziału Autor zamieścił kompleksowe informacje dotyczące projektu i wytworzenia ościeżnicy. Zobrazowano to na schemacie na rysunku 8 zatytułowanym Harmonogram realizacji prac badawczych. Doktorant skrupulatnie, krok po kroku przedstawił etapy powstania rozprawy doktorskiej: od doboru materiałów, poprzez opracowanie i wykonanie prototypów profili ościeżnic, przeprowadzenie serii badań dla 18 konfiguracji konstrukcyjno-

materiałowych (między innymi: wytrzymałość na rozciąganie, obliczeniowe badania przenikalności termicznej, badania rozszerzalności termicznej), optymalizację procesu produkcyjnego, aż do uzyskania wyrobu gotowego do wdrożenia.

W rozdziale czwartym zamieszczono wyniki przeprowadzonych badań. Na końcu rozdziału Doktorant skupił się nad opracowaniem technologii procesu produkcyjnego ościeżnicy oraz porównaniu prototypu z aktualnie dostępnymi na rynku produktami. W tym celu Autor pracy przeprowadził rozpoznanie obecnie dostępnych komercyjnych rozwiązań i dobrał do porównania odpowiedni produkt. Analiza materiałowa oraz kosztowa wykazała, iż ościeżnica będąca efektem wymiernym prowadzonych badań charakteryzuje się lepszymi właściwościami izolacyjnymi od wybranego do porównania rozwiązania przy jednoczesnym ograniczeniu kosztów i oszczędności materiałów.

Uwagi szczegółowe

1. Autor w przeglądzie literaturowym zamieszcza obszerny opis dotyczący historii wytwarzania stali. Uważam, że ze względu na temat pracy, Doktorant mógł poświęcić więcej uwagi takim zagadnieniom jak rodzaje wymiany ciepła, sposoby ograniczania nagrzewania materiałów (powłoki odbijające promieniowanie słoneczne). Celowe byłoby także rozwinięcie tematu struktury, właściwości mechanicznych i odporności na starzenie wykorzystywanych materiałów izolacyjnych w stolarce drzwiowej.
2. Kluczowym parametrem, o którym mowa w przedmiotowej pracy jest „współczynnik przenikania ciepła”. Doktorant zamiennie korzysta z formuły „współczynnik przenikania termicznego”. Uważam, że we wszystkich przypadkach powinno być użyte sformułowanie „współczynnik przenikania ciepła”.
3. Współczynnik przenikania ciepła jest jednym z najważniejszych parametrów drzwi zewnętrznych z punktu widzenia przepisów cytowanych w pracy.

Doktorant zamieścił jedynie wyniki symulacji dla tego parametru wykonanych dla różnych konfiguracji konstrukcyjno-materiałowych. Czy przeprowadzono pomiary na modelach rzeczywistych? Czy brano pod uwagę badania z wykorzystaniem kamery termowizyjnej? Badania takie warto by przeprowadzić chociażby dla ostatecznie wybranej wersji ościeżnicy.

4. Czym podyktowany był wybór pianek poliuretanowych o danych gęstościach? Ma to także istotne znaczenie w przypadku współczynnika przenikania ciepła – dla pianki o gęstości 1200 kg/m^3 współczynnik ten posiada bardzo szeroki zakres wartości. Jaką wartość wykorzystano do symulacji?

5. Doktorant wspomina o odspojeniu się blachy od warstwy poliuretanu. Jaki wpływ może mieć to zjawisko na wieloletnie użytkowanie zestawu drzwi – ościeżnica? Nasuwa się także pytanie o powody wystąpienia tego zjawiska.

6. Jednym z głównych aspektów pracy (w szczególności ze względu na jej wdrożeniowy charakter) jest analiza materiałowo – kosztowa wytworzonego prototypu. Tej kwestii dotyczy podrozdział 4.9. Czy Doktorant mógłby szerzej odnieść się do analizy rynku? Jak dużo produktów wzięto pod uwagę? Dlaczego wybrano dokładnie ten jeden model? W pracy brakuje podkreślenia czy też uwypuklenia przewagi zaprojektowanego rozwiązania i udowodnienia ekonomicznej opłacalności wdrożenia.

7. Współczynnik przenikania ciepła o wartości $1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ jest ustawowym minimum jakie muszą osiągnąć drzwi zewnętrzne. Jednakże na rynku bez trudu można spotkać rozwiązania o wartości współczynnika znacznie niższej, często poniżej $1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Z tego powodu można mieć pewne wątpliwości odnośnie zasadności wdrożenia.

8. Doktorant badał rozwiązanie techniczne z wykorzystaniem pianki poliuretanowej. Jednakże do analizy materiałowo – kosztowej wybrał ościeżnicę izolowaną polistyrenem ekspandowanym. Dlaczego porównaniu poddano różne pod względem materiałowym rozwiązania?

9. W ramach testów prototypu przeprowadzono badania odporności ościeżnicy na wielokrotne zamykanie i otwieranie. Zaobserwowano zużycie mechanizmu – rysunek 43. Czy Doktorant przeprowadził bardziej dogłębną analizę tego zużycia? Na przykład poprzez analizę topografii powierzchni przed i po teście?

Uwagi edycyjne

Autor nie ustrzegł się różnego rodzaju błędów edycyjnych, jak na przykład:

- zamienne używanie nazewnictwa: tabela – tablica,
- stosowanie pogrubionej czcionki dla podtytułów w niektórych przypadkach (np. strony 10, 11, 14), w innych zaś nie (np. strony 7, 8, 9),
- zamienny zapis jednostki $W/(m^2K)$ – $[W/(m^2K)]$,
- odstępy pomiędzy liczbami a jednostkami, np. stopnie Celsjusza (np. strona 17),
- literówki takie jak „cel nadrzeczny” zamiast „cel nadrzędny”,
- brak kropek czy przecinków, podwójny nawias, strony: 4,
- brak numeracji wzorów,
- stosowanie różnego zapisu liczb w tabelach: 12, 13, 16, 17, 23,
- niezrozumiały zapis czasu utwardzania w kolumnie trzeciej w tabeli 20.

Błędy te są dość liczne, recenzent pozwolił na wymienienie wybranych błędów.

Podsumowanie i ocena końcowa

Przedłożona do recenzji praca doktorska Pana mgra inż. Patryka Płaczka stanowi oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej, co w sposób wystarczający spełnia wymogi ustawowe stawiane pracom doktorskim. Wymienione w przedmiotowej recenzji uwagi krytyczne oraz wskazane błędy edytorskie nie wpływają na pozytywną ocenę pracy. Praca charakteryzuje się interdyscyplinarnym

charakterem, oprócz inżynierii materiałowej można dopasować dyscypliny inżynieria mechaniczna oraz inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Z uwagi na wdrożeniowy charakter pracy, oczywistym jest fakt przewagi prac konstrukcyjnych i przedwdrożeniowych nad badaniami podstawowymi. Z tego względu brak cytowanych pozycji Autora jest zrozumiały i dopuszczalny. Według mojej opinii, praca była by znacznie „bogatsza” z naukowego punktu widzenia gdyby przeprowadzono pomiary przewodnictwa ciepła i wyznaczono rzeczywisty współczynnik przenikania ciepła. Praca mogła także zostać uzupełniona o analizę rozwiązań materiałowo – konstrukcyjnych uwzględniających inne materiały izolacyjne (szczególnie, iż do porównania i analizy kosztowo - materiałowej Doktorant wybrał ościeżnicę wypełnioną polistyrenem).

Przeprowadzone badania umożliwiły zrealizowanie założonego celu, co ma odzwierciedlenie w podsumowaniu pracy i wnioskach. Do najważniejszych osiągnięć pracy należy zaliczyć:

- Zaprojektowanie i wytworzenie nowego typu ościeżnicy stalowej o podwyższonych parametrach izolacyjnych przy zachowaniu dotychczasowej grubości skrzydła,
- Ograniczenie występowania mostków termicznych na styku ościeżnicy i skrzydła drzwiowego poprzez zastosowanie poliuretanowego wypełnienia i odpowiednio zaprojektowanych kształtowników stalowych,

Efektem realizacji pracy jest opracowanie nowego typu ościeżnicy charakteryzującej się lepszymi właściwościami izolującymi przy jednoczesnym zachowaniu wszelkich innych właściwości użytkowych drzwi.

W mojej opinii przedłożona do recenzji praca Pana mgr. inż. Patryka Płaczka pt.: „Badania własności użytkowych nowo zaprojektowanej ościeżnicy o obniżonym współczynniku przenikalności termicznej” spełnia ustawowe wymogi ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z dnia

20.07.2018 (j.t. Dz. U. z 2024 r. poz. 1571) Art. 187, stanowiąc oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej. W związku z powyższym wnoszę do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej o dopuszczenie rozprawy do dalszego procedowania.

Prof. M. Nabiałek|

/podpis odręczny/

*wyłączenie jawności w zakresie danych osobowych oraz ochrony prywatności osoby fizycznej na podstawie art. 5 ust. 2 ustawy z dnia 6 września 2001 r. o dostępie do informacji publicznej (tj. Dz.U. z 2016 r., poz. 1764)