

Bielsko-Biała, 02.09.2021

prof. dr hab. inż. Jacek STADNICKI
Katedra Podstaw Budowy Maszyn
Wydział Budowy Maszyn i Informatyki
Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku Białej
ul Willowa 2
43-309 Bielsko-Biała

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. **Mateusza Juzunia** pt. „**Wybrane wytyczne projektowania osłon podwozi pojazdów szynowych**”

Promotor: prof. dr hab. inż. Wojciech Cholewa
Promotor pomocniczy: dr inż. Mariusz Pawlak

Recenzję opracowano na zlecenie
prof. dr hab. inż. Ewy Majchrzak Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna
Politechniki Śląskiej, pismo znak RD_[IMe]-99/006/2020/2021.

1. Tematyka rozprawy

Współczesne pojazdy szynowe najczęściej poruszają się po torach ułożonych na nawierzchniach z tłucznia. Dla zabezpieczenia ich podwozi i mocowanych do nich urządzeń przed uderzeniami kamieni podrywanych przez szybko poruszający się pojazd szynowy stosuje się osłony, które dodatkowo zabezpieczają przed wpływem czynników atmosferycznych, dają izolację akustyczną i termiczną. W rozprawie podjęto problem zbadania osłon z kompozytu z rdzeniem (przekładką) z pianki poliuretanowej, którego warstwa zewnętrzna jest wykonana z tkaniny modułowej o jednokierunkowym ułożeniu lnianych włókien wzmocnienia – zbrojenia i z żywicy polimerowej – osnowy. Takie osłony są lekkie, sztywne i wytrzymałe, jednak ulegają uszkodzeniom (rysowaniu, dziurawieniu, pękaniu) spowodowanym przez kamienie podrywane z nawierzchni torowiska przez pędzący pojazd szynowy. Problem ten nie został dostatecznie przebadany i opisany w literaturze a nabiera szczególnie istotnego znaczenia z uwagi na coraz większe prędkości, jakie uzyskują współczesne pociągi. Za cel użytkowy rozprawy, który moim zdaniem nie został w pełni osiągnięty, przyjęto opracowanie wytycznych dla projektantów osłon podwozi pojazdów szynowych, które byłyby bardziej odporne na zniszczenia spowodowane uderzeniami kamieni.

Uważam, że **tematyka rozprawy jest oryginalna i aktualna, ma walory aplikacyjne oraz mieści się w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.**

2. Ogólna charakterystyka, uwagi krytyczne i polemiczne

Opiniowana rozprawa obejmuje 96 stron tekstu, podzielonego na 11 rozdziałów, uzupełnionych streszczeniem w języku polskim i angielskim, spisem tabel, rysunków i wykazem cytowanej literatury. Szkoda, że w rozprawie nie zamieszczono wykazu użytych symboli i ich jednostek, uniknięto by wtedy niekonsekwencji w oznaczeniach tych samych

wielkości (np. kąt uderzenia przedmiotu w osłonę wg rys. 17 to δ , wg rys. 18 to α a wg rys. 29 to β). Układ rozprawy poprawny, choć zwyczajowo rozdziały w monografii zaczyna się z nowej strony a czytelnikowi łatwiej byłoby podążać za sensem wywodu, gdyby poszczególne rozdziały były opatrzone podsumowaniem. Strona graficzna nie budzi zastrzeżeń, jednak język pracy pozostawia wiele do życzenia zarówno z uwagi na poprawność naukową jak i polszczyznę, co uzasadnię załączając do recenzji listę przykładowych błędów i usterek (Załącznik: Uwagi szczegółowe do tekstu rozprawy).

Rozdziały 1, 2, 3 i 4 charakteryzują problem badawczy i prezentują aktualny stan wiedzy w zakresie prowadzonych badań. Przywołując i omawiając poszczególne pozycje bibliografii Autor nie starał się wykazywać związku badań innych autorów z badaniami własnymi. Tytuł podrozdziału 3.4 „Teoria sztywności kompozytów” nie odpowiada treści podrozdziału, w którym krótko opisano jedynie podstawowe wzory do obliczania zastępczych modułów sztywności kompozytu dwuskładnikowego wykorzystujące tzw. prawo mieszanin.

W rozdziale 5. sformułowano cele, tezę naukową i zadania badawcze rozprawy. W podrozdziale 5.1 „Stan wiedzy w obszarze badań”, przywołano najistotniejsze, bo podejmujące podobny problem badawczy co rozprawa publikacje [14], [15] i [61]. Jednak omówiono je zdawkowo, nie odniesiono się do wyników badań i metod badawczych stosowanych przez ich autorów, w konsekwencji nie wykazano jednoznacznie, że istnieje luka w wiedzy, którą wypełnią badania własne opisane w rozprawie. Formułując tezę naukową rozprawy w podrozdziale 5.3, wymieniono trzy czynniki, tj. „1. anizotropię własności osłony, 2. własności tłumiące osłony oraz 3. współczynnik tarcia powierzchni zewnętrznej osłony” na „zakres uszkodzeń kompozytowych osłon”. Natomiast faktycznie badano wpływ:

- (1.) ułożenia włókien wzmocnienia w warstwie zewnętrznej kompozytu, z którego wykonana jest osłona,
- (2.) współczynnika restytucji, który zmierzono doświadczalnie,
- (3.) współczynnika tarcia pomiędzy powierzchnią osłony a przedmiotem uderzającym (stalową tuleją), którego rzeczywistej wartości nie wyznaczono,

na wielkość (powierzchnię, głębokość i objętość) ubytku (rysy) w osłonie spowodowaną uderzeniem stalowej tulei w osłonę.

Teza naukowa nie nawiązuje bezpośrednio do tytułu rozprawy a jest sformułowana na tyle ogólnie, iż trudno oczekiwać, że nie jest prawdziwa. Jakie znaczenie ma kolejność czynników wymienionych w tezie? Czy wynika z ich istotności? Dalej na str. 37₂ napisano „do kluczowych czynników wpływających na zakres uszkodzeń ...” i wymieniono je w innej kolejności (2.), (3.), (1.). Dlaczego?

W rozdziale 6. opisano założenia uproszczonego modelu do symulowania uderzenia kamienia w próbkę osłony. Na str. 37¹⁶ napisano „uderzenie w osłonę może nastąpić na trzy (sic! 3) różne sposoby, tj. powierzchnią, krawędzią lub wierzchołkiem. Ponieważ w ostatnim przypadku całkowita energia kamienia zostaje przekazana punktowo ..., ten przypadek uznany został jako najgorszy, stąd został przyjęty do dalszych rozważań.” Zatem dlaczego w badaniach stanowiskowych i w symulacjach jako przedmiotu uderzającego użyto przedmiotu w kształcie tulei, który zupełnie nie przystaje do rzeczywistego zjawiska? Objaśniając wpływ kierunku wzmocnienia w kompozycie na rodzaj i sposób powstawania uszkodzeń jego powierzchni pod wpływem uderzenia kamieniami przywołano artykuł [46], w którym faktycznie badano inne zjawisko, tj. powstawanie rys na powierzchni kompozytu spowodowane powolnym przesuwaniem kulisto zakończonych stożka. Przyjęcie założenia, że proces uszkodzania powierzchni osłony podczas uderzenia kamieniami będzie zachodził podobnie, budzi wątpliwości.

W rozdziale 7. opisano koncepcję i budowę dwóch stanowisk badawczych oraz sposoby tworzenia modeli dyskretnych kompozytów z wykorzystaniem metody elementów skończonych. Stanowiska wykorzystano do wyznaczenia współczynnika restytucji próbki kompozytu oraz do symulowania zjawiska uderzenia rozpędzonym przedmiotem w próbkę kompozytu w celu zbadania powstałych uszkodzeń. Zarówno koncepcje budowy obu stanowisk jak i zastosowane metody pomiaru nie budzą zastrzeżeń. Szkoda, że podczas badań na drugim stanowisku nie dokonano pomiaru objętości ubytku (rysy) spowodowanego uderzeniem. Można było np. wykorzystać technikę skanowania lub wypełniać rysę plastycznym materiałem a po jego usunięciu zmierzyć objętość wypełnienia w naczyniu miarowym.

Rozdział 8. prezentuje plan eksperymentu, który w zamierzeniu miał służyć do oceny wpływu wskazanych wcześniej czynników na wielkość uszkodzeń spowodowanych uderzeniem przedmiotu w próbkę kompozytu oraz przedstawia wyniki przeprowadzonych eksperymentów. W planie eksperymentu badane były trzy czynniki a każdy z nich przyjmował dwie skrajne wartości, co łącznie dawało osiem wariantów próbek kompozytu, które zbadano. W rzeczywistości każdy z badanych czynników w przedziale swojej zmienności mógł zmieniać się w ciągły sposób. Jeśli przyjąć za uzasadnione, że dla pierwszego czynnika (kierunku ułożenia wzmocnienia w kompozycie) wystarczająco reprezentatywne będą ułożenia pod kątem 0° i 90° względem kierunku wektora prędkości uderzającego przedmiotu, to wątpliwości budzą przyjęte w badaniach wartości dwóch pozostałych czynników, tj.:

- współczynnika tarcia pomiędzy przedmiotem uderzającym a powierzchnią kompozytu;
Rzeczywistej wartości współczynnika nie wyznaczono, a jedynie przyjęto, że może mieć wartość małą (sic! niską) lub dużą (sic! wysoką). W podpisie pod rys. 41 podano, że w symulacjach uderzenia przyjęto za wartość małą 0,01 a dużą 0,5. Skąd takie wartości? Jak mają się do rzeczywistych wartości współczynnika tarcia między kamieniem a osłoną, szczególnie ta mała wartość?
- kąta uderzenia, tj. kąta między prostą wzdłuż której porusza się przedmiot uderzający a płaszczyzną próbki kompozytu;
Za skrajne wartości przyjęto 0° (kiedy *de facto* występuje ślizganie a nie uderzanie) oraz 90° (który to przypadek praktycznie nie występuje podczas uderzania kamieniem poderwanym z torowiska w osłonę).

W tabeli 6 na str. 65 zestawiono wyniki badań wielkości uszkodzeń o nieregularnym kształcie spowodowanych uderzeniem. Podano między innymi powierzchnię uszkodzeń w mm^2 i to z dokładnością do trzech cyfr znaczących. W jaki sposób ją zmierzono? Jak rozumieć podaną w tabeli głębokość uszkodzenia, skoro podane wartości objętości uszkodzenia są iloczynem powierzchni i głębokości? Eksperyment, którego wyniki podano w tabeli 6, dla każdej z badanych próbek był powtarzany trzy razy. Niepokojący jest rozrzut wyników dla powtórzeń w serii. Np. dla próbki o kodzie 011 różnica skrajnych wartości powierzchni uszkodzenia $\Delta S = 1761 - 391 = 1370 \text{ mm}^2$, co daje błąd względny dla tej serii $\delta S = \Delta S / S_{\text{sr}} \cdot 100 = 1370 / 1050 \cdot 100 = 137\%$. Czy zatem wnioski wyciągane na podstawie analizy takich wyników mogą być poprawne?

Tytuł podrozdziału 8.3.6 „Analiza wpływu tłumienia” nie odpowiada treści, bowiem analizowano wpływ współczynnika tarcia pomiędzy przedmiotem uderzającym a powierzchnią kompozytu na wielkość uszkodzenia.

W rozdziale 9. opisano model MES próbki kompozytu opracowany w celu przyprowadzania symulacji uderzania przedmiotu w próbkę. Symulacje przeprowadzono w środowisku LS-Dyna. Niektóre parametry modelu wymagały kalibracji – strojenia poprzez porównywanie wyników

symulacji z wynikami eksperymentów, które przeprowadzono na stanowisku do badania współczynnika restytucji. Jest to niełatwe zadanie w zakresie modelowania MES dynamicznego nieliniowego zjawiska fizycznego, które Doktorant rozwiązał, bowiem uzyskane wyniki symulacji – kształt i wielkość ubytku spowodowanego uderzeniem są podobne do uzyskanych eksperymentalnie. Choć nie sądzę, żeby miało to istotny wpływ na wyniki symulacji, przyjęte w modelu MES warunki brzegowe niezupełnie odpowiadają rzeczywistości. Zgodnie z dobrymi praktykami tworzenia modeli MES należało węzłom na dolnej powierzchni modelu odebrać możliwość przesunięcia w kierunkach x , y , i z a cztery węzły na dolnej i cztery na górnej płaszczyźnie modelu w miejscach osi otworów śrub połączyć parami ze sobą elementem belkowym z naciągami wstępnym wynikającym z momentu dokręcenia śrub i tak zamodelować zamocowanie próbki w stanowisku. Natomiast interpretacja wyników symulacji opisana w podrozdziale 9.3 nie jest przekonująca. W modelu kompozytu zastosowano ortotropowy model materiałowy MAT_55 i kryterium zniszczenia wg hipotezy Tsai-Wu (por. str. 72⁴). Zatem zniszczenie kompozytu (wyrwanie części materiału) następowało po przekroczeniu kryterium określonego równaniem (15) str. 34. W takim razie jaki sens mają dywagacje, w których odnosi się naprężenia styczne w modelu do kryterium zniszczenia wg hipotezy największego naprężenia stycznego Tresca? Nie rozumiem sensu wykresów na rys. 53, 54 i 55. Na str. 82_s napisano: „Przedstawione wykresy prezentują wartości sił zaobserwowanych (?) pomiędzy elementem uderzającym, a zewnętrzną warstwą próbki, w funkcji przemieszczenia pocisku.” Na wykresach przemieszczenie (droga) dochodzi do 100 mm. Przecież siła między przedmiotem uderzającym a próbką wystąpi tylko w chwili uderzenia?

W rozdziale 10. przedstawiono wyniki dodatkowych symulacji uderzenia dla innych niż przyjmowane poprzednio wartości kąta uderzenia i prędkości uderzenia. Przyjęte wartości danych są przypadkowe, nie powiązano ich w żaden sposób z rzeczywistymi warunkami uderzania kamieni podrywanych z torowiska w osłonę podwozia pojazdu szynowego.

W rozdziale 11. krótko podsumowano rozprawę, sformułowano wnioski z badań oraz zarysowano plan ewentualnych dalszych badań. Na str. 88² napisano „Przeprowadzone badania oraz uzyskane wyniki umożliwiły zdefiniowanie wybranych wytycznych dla konstruktorów osłon zabezpieczających podwozia pojazdów szynowych”. Takich wytycznych (a więc konkretnych wskazań dla konstruktora) w pracy nie znalazłem. Mam również wątpliwości, czy na podstawie wyników badań przedstawionych w pracy można je sformułować.

Tekst rozprawy zmyka bibliografia, która zawiera wykaz 97. pozycji i jest wystarczająco obszerna i aktualna. Jednak sam wykaz nie został sporządzony zgodnie z wymaganiami bibliografii w monografiach naukowych:

- nie znalazłem żadnego logicznego klucza, z którego wynika kolejność pozycji w wykazie,
- pozycje autorskie (artykuły, książki) są wymieszane z pozycjami nieautorskimi (normy, raporty, instrukcje),
- zwyczajowo normy zamieszcza się w wykazie poczynając od ich symbolu np. ISO 10545-5, dalej *Tytuł normy, rok wydania* a nie tak jak np. poz. [1], [2], [19], [20],
- niektóre dane bibliograficzne są niepełne, brakuje źródła (czasopisma lub wydawnictwa), np. poz. [8], [38], [48], [50], [60], [61], [64], [72], [78], [89], [92].

Podsumowując tę część recenzji, podniosę jeszcze ogólniejsze kwestie, których wyjaśnienia przede wszystkim będę oczekiwał podczas publicznej dyskusji nad rozprawą.

- 1) Czynniki, które mają istotny wpływ na wielkość uszkodzeń osłony podwozia pojazdu szynowego spowodowanych uderzeniami kamieni poderwanych z torowiska, są kąt uderzenia, tj. kąt zawarty między wektorem prędkości kamienia a osłoną (choć w teorii

zderzenia sprężystego kąt ten odmierza się od normalnej do powierzchni uderzenia) oraz prędkość w chwili tuż przed uderzeniem. Na str. 17 napisano, że dla prędkości pociągu 250 km/h kąt ten jest równy 8° . Skąd ta wartość i to z taką dokładnością? Podany na rys. 7b rozkład wektorów prędkości moim zdaniem nie jest poprawny (kierunek wektora prędkości pojazdu jest przeciwny niż na schemacie na rys. 7a). W jakiej chwili czasu wektory prędkości mają takie kierunki oraz przyjęte wartości jak na rys. 7b?

Równie nieprzekonywujący jest sposób obliczenia energii kinetycznej kamienia o masie 60 g uderzającego w osłonę pociągu poruszającego się z prędkością 260 km/h. Wg wzoru (2) str. 18 $E_k = 147 \text{ J}$, co oznacza, że za prędkość kamienia w chwili uderzenia przyjęto 70 m/s. Podczas gdy w cytowanym artykule [36] zmierzono, że przy prędkości pociągu 300 km/h prędkość podmuchu wiatru o pobliżu główki szyny wynosi 25 m/s. Dalej Autor pisze, str. 17⁷ „Zakładając ... 260 km/h, oszacowano maksymalną prędkość kamienia w momencie rozpoczęcia unoszenia z torowiska jako 20 m/s ... założono, że w momencie uderzenia o podwozie wartość ta nie przekracza 8 m/s.” Jeśli tak, to prędkość kamienia w chwili tuż przed uderzeniem w osłonę $v = 8 \text{ m/s}$, co daje $E_k = 1,92 \text{ J}$. Moim zdaniem na skutek dużej różnicy prędkości pociągu v_p i składowej poziomej prędkości kamienia v_{kx} ($v_p \gg v_{kx}$, $v_p - v_{kr} \cong v_p$) kamień przesuwa się po osłonie rysując bruzdę i na skutek tarcia powiększa swoją poziomą składową prędkości v_{kx} aż do chwili końca zderzenia, po czym odbija się od osłony i wtedy jego prędkość jest wypadkową v_{kr} i $R \cdot v_{kp}$, gdzie R – współczynnik restytucji. Przy czym czas zderzenia można oszacować na podstawie długości rysy.

- 2) Jeśli rozumowanie w punkcie 1) jest poprawne, to jaką prędkość uderzenia w próbkę należałoby zastosować w eksperymencie i w symulacji numerycznej?
- 3) Kamień uderzający w osłonę ma ostre krawędzie i wierzchołki. Dlaczego zatem w badaniach eksperymentalnych i w symulacjach przedmiotem uderzającym w próbkę kompozytu jest tuleja w kształcie określonym przez rys. 25 (na rysunku brakuje niektórych wymiarów)? Kształt przedmiotu (pocisku) wpływa na wielkość i kształt rysy (por. rys. 35 i 36 na str. 62).
- 4) Czy na podstawie wyników przeprowadzonych eksperymentów i symulacji numerycznych można sformułować jakieś konkretne (udowodnione) wytyczne dla konstruktorów osłon, które byłyby odporniejsze na uszkodzenia? Jeśli tak to jakie?

3. Oryginalne osiągnięcia rozprawy

Za oryginalne i wartościowe osiągnięcia naukowe rozprawy można uznać:

- zaprojektowanie i zbudowanie dwóch stanowisk badawczych tj. (i) stanowiska do wyznaczania współczynnika restytucji próbki kompozytu podczas uderzenia sztywnym przedmiotem oraz (ii) stanowiska do badania wpływu kąta uderzenia i prędkości uderzenia sztywnym przedmiotem w próbkę kompozytu na wielkość powstałego uszkodzenia,
- opracowanie i przeprowadzenie walidacji modelu MES do symulowania zjawiska powstawania uszkodzenia (ubytku) na powierzchni kompozytu pod wpływem uderzenia sztywnym przedmiotem;

Warto dodać, że walidacja modelu wymagała jego kalibracji – strojenia, która polegała na doborze niektórych parametrów modelu poprzez porównywanie wyników symulacji

numerycznych z wynikami eksperymentu w celu uzyskania adekwatności modelu do rzeczywistego zjawiska,

- przeprowadzenie serii symulacji numerycznych, na podstawie których podjęto próbę zbadania wpływu kierunku ułożenia wzmocnienia w kompozycie, kąta uderzenia oraz współczynnika tarcia między przedmiotem uderzającym a powierzchnią kompozytu na wielkości uszkodzenia (ubytku) spowodowaną uderzeniem.

4. Podsumowanie i wniosek końcowy

Opiniowana rozprawa jest oryginalnym autorskim rozwiązaniem problemu naukowego i świadczy o tym, że jej Autor potrafi samodzielnie formułować problemy badawcze i rozwiązywać je wykorzystując metody naukowe zarówno w zakresie eksperymentu jak i symulacji numerycznych. Problem badawczy rozprawy został zainspirowany rzeczywistym problemem technicznym a uzyskane wyniki po uzupełnieniu dodatkowymi badaniami mogą przynieść rezultaty o aplikacyjnym w praktyce inżynierskich charakterze. W swojej recenzji sformułowałem szereg uwag krytycznych i polemicznych oraz zapytań. Na część z nich spodziewam się odpowiedzi podczas publicznej obrony a część, mam nadzieję, Doktorant wykorzysta je w swoich dalszych badaniach naukowych.

Rozprawę mgra. inż. Mateusza Juzunia pt. „Wybrane wytyczne dotyczące projektowania osłon podwozi pojazdów szynowych” **oceniam pozytywnie**, uważam, że w wystarczającym stopniu **spełnia warunki stawiane przez art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce** (Dz. U. 1668 z późn. zm).

Wnioskuje o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Śląskiej Wydział Mechaniczny Technologiczny.

Prof. Jacek Stadnicki

/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)

Załącznik

Uwagi szczegółowe do tekstu rozprawy

Poniżej wykaz wybranych drobnych aczkolwiek dość licznych błędów i usterek, które znalazłem w tekście rozprawy:

- przymiotnik *niski* (*wysoki*) odnosi się rzeczowników, których wysokość można zmierzyć lub do oceny poziomu, np. wysoki słup, niski budynek, wysokie napięcie, zatem niepoprawne są określenia np. str. 9³ „niższą (*mniejszą*) masę”, str. 15¹² „niższych (*mniejszych*) prędkości”, str. 24⁹ „niska (*mała*) gęstość”, str. 35⁴ „niskim (*małym*) kątem”, itp.,
- rzeczownik *ilość* łączy się z rzeczownikami niepoliczalnymi, np. ilość materiału, powietrza energii, zatem niepoprawne są np. str. 10¹⁰ „duża ilość (*liczba*) zakamarków, str. 80¹ „ilość (*liczba wariantów*)”, str. 20¹⁰ „mała ilość (*liczba*) przerwanych włókien”, str. 25² „o ilości (*liczbie*) warstw”, itp.,
- określenia „własności” i „właściwości” są w tekście używane zamiennie, choć wg językoznawców to synonimy, na jeden z nich należało by się zdecydować i konsekwentnie stosować, natomiast np. na tej samej stronie czytamy: str. 23⁹ „kompozyty o zróżnicowanych właściwościach” i str. 23¹⁹ „korzystne własności mechaniczne”,
- w listach punktowanych (wymienianych) poszczególne pozycje piszemy z małej litery i zachowujemy zasady interpunkcji, por. np. str. 20⁵,
- przywołania rysunków i tabel w zdaniach w tekście pisano wielką literą, co jest błędem,
- str. 5¹⁰ „umożliwił stworzenie ... oraz na przeprowadzenie”,
- str. 5¹¹ „analiza statystyczna wniosków”, statystycznie można analizować wyniki,
- str. 13³ „rodzaj wytworu”, str. 13¹⁰ „optymalnego wytworu”, str. 29⁸ „optymalnego wytworu”, itp., „wytwór to coś niematerialnego, co powstałego w umyśle”,
- str. 14⁵ „nie mniej jednak” w takim znaczeniu piszemy razem (*niemniej*), nie mniej niż pięć osobno, *ort.*,
- str. 15¹⁴ „sprzyjających podnoszeniu się kamieni”, kamienie nie mogą się (same) podnosić,
- str. 16 objaśnienia do wzoru (1), wzór ma sens jeśli $U(A)$ jest ciśnieniem naporu wiatru a nie wiatrem (?),
- str. 16 rys. 5, błąd w schemacie, brak cytowania w podpisie (rysunek jest przeniesiony z artykułu, którego nie ma w bibliografii),
- liczebniki o małych wartościach należy pisać słownie a nie cyfrą, np. str. 16¹⁵ „kombinacją 2 zdarzeń”, str. 20⁶ „wyróżniono 2 domyślne typy” itp.,
- str. 17 rys. 6, brak cytowania w podpisie (przeniesienie z [36]),
- str. 17⁶ „horyzontalna prędkość pociągu”, jaką inną prędkość może mieć pociąg – wertykalną?
- str. 21³ „nie są następstwem eksploatacji w normalnych warunkach”, skoro przebicia osłon podczas eksploatacji wystąpiły (choćby incydentalnie), tzn., że były to normalne warunki a nie np. działanie umyślne,
- str. 24⁴ błędne cytowanie [72],
- str. 24¹⁰ „włókna naturalne ... szał i kokos”, szał to rzeczywiście włókno z agawy ale kokos to orzech a włókna są kokosowe,
- str. 24 „włókien tkanych”, tkać można przędzę, roving, nitki ale nie włókna,
- str. 24³ „cechy izotropowe w płaszczyźnie”, powinno być ortotropowe lub anizotropowe,
- str. 27⁹, str. 27⁵, str. 27¹, str. 31⁸ i w innych miejscach „Kirchoffa” zamiast Kirchhoffa,

-
- str. 28₅ „pęknięcie włókien, powoduje, że przenoszone naprężenia są zerowe”, skoro pękło, to nie przenosi naprężenia,
 - str. 30⁴ „Przeprowadzona przez Kim et al. [91] analiza zużycia wzmocnionego PA12”, w cytowanym artykule badano tribologiczne właściwości pary kompozyt stal węglowa,
 - str. 30 rys. 15, brak cytowania w podpisie,
 - str. 33¹⁶ w objaśnieniu symboli we wzorze (12) podano błędnie, że $\epsilon_{Xkr}, \epsilon_{Ykr}, \gamma_S$ to wytrzymałości na rozciąganie, ściskanie i ścinanie a są to dopuszczalne wartości odkształceń na rozciąganie, ściskanie i ścinanie,
 - str. 39₂₂ „przedstawienie problemów istotnościowych”, niegramatyczny neologizm,
 - str. 39₅ „odkształceniom tym towarzyszom” (towarzyszq), ort.,
 - str. 43¹¹ „a „l” oznacza”, powinno być a „T” oznacza,
 - str. 43₁₁ „współczynnik przyjmuje restytucji wartości”, szyk wyrazów,
 - str. 43 wzór (26) nie objaśniono symbolu Π ,
 - str. 43₅ „wpływ oporów powietrza ... nie przekracza 1%”, mowa to o błędzie względnym,
 - str. 44 „układ pomiarowy rozpoczyna liczenie czasu”, liczymy impulsy, sekundy a czas mierzymy,
 - str. 45¹⁶ „kształt zaostzonego stożka”, stożek ma wierzchołek (punkt) i z definicji jest „ostry”,
 - str. 46₁₀ „stalowych kątowników ekstrudowanych”, kątowniki stalowe walcuje się (gorącowalcowane) lub gnie na zimno (zimnogięte),
 - str. 46 „rura cyldrowa 32H8x42”, cylindrowa (?), oznaczenie niezgodne z normą,
 - str. 46₃ „rura bosa”, o co chodzi?
 - str. 47⁶ „napęd wahadłowy typu dwuzębarkowego”, o co chodzi?
 - str. 51₃ „Zasada działania ... z wykorzystaniem jawnej integracji w czasie”, chodziło o schemat jawny całkowania nieliniowych równań różniczkowych (oryg. *explicit integration*),
 - str. 55₇, str. 55₉ „podgrzaniem do 30° ... utrzymanie w 17°” temperaturę podajemy w °C,
 - str. 72₅ „nie rezerwowania”, piszemy razem (*nierezzerwowania*), ort.,
 - str. 89¹³ „uderzeń szybkodziennych”, o co chodzi?
 - str. 90₁₉ „Wykazano przewagę wyników badań numerycznych nad wynikami badań eksperymentalnych ...”. To oczywista nieprawda, wyniki mają być wiarygodne i dokładnie, jeśli takie są, to nie można ich wartościować w zależności od sposobu uzyskania.

Prof. Jacek Stadnicki

/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)