

ANALIZA WPŁYWU HAMOWANIA PODCZAS TRANSPORTU NA OBCIĄŻENIA RAMY NOŚNEJ MASZYNY DO ZBIORU WIERZBY KRZEWIASTEJ

Streszczenie

Omówiono badania wytrzymałościowe konstrukcji nośnej maszyny do jednoetapowego zbioru wierzby krzewiastej. Określono węzły konstrukcji, w których występują koncentracje naprężeń dla przyjętych przypadków obliczeniowych. Wyznaczone wartości naprężeń uśrednionych oraz naprężeń amplitudowych odniesiono do wykresu Goodmana-Smitha dla stali S355J2G3. Koncentracje naprężeń zlokalizowane w dwóch węzłach konstrukcji nie przekraczają wartości dopuszczalnych dla określonego materiału.

Wprowadzenie

Praktyka pokazuje, że przeprowadzane dotychczas analizy wytrzymałości obejmowały konstrukcję podzieloną na osobne podzespoły, a te z kolei tworzyły niezależne modele obliczeniowe, w których implementowano siły pochodzące od elementów sąsiadujących. Powodem prowadzenia analiz wytrzymałościowych pojedynczych części konstrukcji była niewystarczająca moc obliczeniowa komputerów i długi okres czasu, jaki potrzebny był na przeprowadzenie tychże analiz.

Poziom zaawansowania i moc obliczeniowa komputerowych stanowisk badawczych, wykorzystywanych w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych, w połączeniu z najnowszym oprogramowaniem do projektowania i obliczeń, takim jak np. IDEAS, umożliwia przeprowadzenie analiz konstrukcji maszyn rolniczych w całości, tzn. jeden opracowany model MES odwzorowuje od razu całą maszynę. Model obliczeniowy złożony jest z modeli MES poszczególnych podzespołów. Taki sposób przeprowadzania analizy pozwala dopracować konstrukcję przez wyeliminowanie jej nadmiernie obciążonych węzłów oraz pozwala uzyskać informacje o przewymiarowanych obszarach konstrukcji. Uzyskane dane istotnie wpływają na zmiany w równoległe przygotowywanej dokumentacji 3D projektowanej maszyny i wprowadzane są na bieżąco do dokumentacji rysunkowej. Profesjonalnie wykonane badania z zastosowaniem najnowocześniejszego oprogramowania skutkują tym, że zbudowane prototypy wymagają zazwyczaj niewielkich kosmetycznych poprawek.

Cel i metody badań

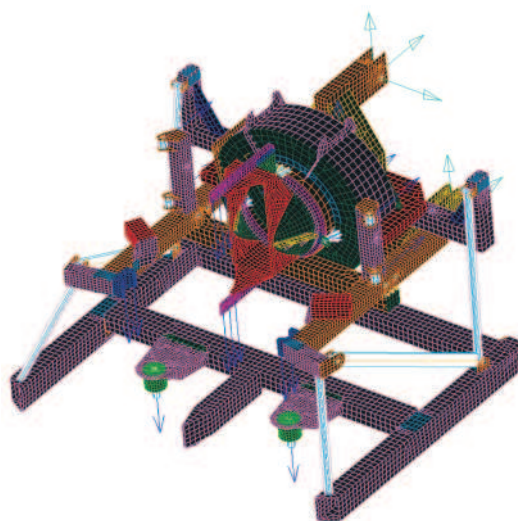
Celem badań było sprawdzenie poprawności przyjętych założeń konstrukcyjnych, z wykorzystaniem modelowania matematycznego w środowisku wirtualnym. Wygenerowany model obliczeniowy maszyny do zbioru jednofazowego poddano analizie wytrzymałościowej, w trakcie której określono wpływ sił działających na konstrukcję ramy nośnej maszyny w czasie hamowania oraz transportu po drogach utwardzonych. Model obliczeniowy konstrukcji maszyny do zbioru jednofazowego opracowano oraz obliczenia przeprowadzono w systemie IDEAS NX 5m1.

Przedmiot badań

Obiektem badań wytrzymałościowych był model obliczeniowy maszyny do jednofazowego zbioru wierzby

krzewiastej, która w jednym zabiegu ścina pędy wierzby, rozdrabnia i przesyła zrebki na równoległe prowadzony do maszyny środek transportowy. Konstrukcja maszyny oparta jest na ramie nośnej, która zawieszana jest na przednim trzypunktowym układzie zawieszenia (TUZ) ciągnika rolniczego. Do ramy maszyny mocowane są jej pozostałe zespoły: zespół tnący, zespół nagarniający, zespół rozdrabniający, zespół wyrzucający z kanałem transportowym. Napęd na zespół rozdrabniający stożkowo-ślimakowy jest przekazywany z przedniego WOM ciągnika, a pozostałe elementy robocze maszyny uzyskują napęd od silników hydraulicznych i z układu hydrauliki zewnętrznej ciągnika. Na potrzeby przeprowadzonych badań wytrzymałościowych opracowano model obliczeniowy, do którego globalnie przyłożono wektor grawitacji ($g = 9,81\text{m/s}^2$) [1]. Program komputerowy oblicza automatycznie masę konstrukcji na podstawie objętości zamodelowanej bryły oraz gęstości przypisanego do niej materiału.

Rozpatrując wpływ sił działających na konstrukcję ramy nośnej maszyny podczas transportu stopnie swobody odebrano w trzech węzłach konstrukcji, w miejscu mocowania maszyny do ciągnika, na wieszaku górnym oraz dwóch cięgnach dolnych trójpunktowego układu zawieszenia (rys. 1). Dla przypadku hamowania, który jest szczególnym przypadkiem transportu, stopnie swobody odebrano w tych samych węzłach.



Rys. 1. Model obliczeniowy MES z odebranymi stopniami swobody oraz siłami pochodzącymi od obciążeń
Fig. 1. Computational MES model with freedom taken ranks and forces coming from loads

Badania i analiza wyników

W trakcie przeprowadzonej analizy wytrzymałości konstrukcji ramy nośnej maszyny wykonano dwa warianty obliczeniowe. Pierwszy - transport po drogach utwardzonych. W tym przypadku maszyna obciążona jest siłą dynamiczną pochodzącą od masy narzędzi. Dla agregatu ciągnik-maszyna do jednoetapowego zbioru wierzby krzewiastej przyjęto prędkość jazdy 15 km/h. Drugi - hamowanie agregatu ciągnik-maszyna na drodze utwardzonej. Prędkość poruszania się maszyny w momencie rozpoczęcia hamowania ustalona została na 20 km/h, a czas hamowania wyniósł 2 sekundy. W obu wariantach obliczeniowych maszyna była zawieszona na przednim trzypunktowym układzie zawieszenia ciągnika, obciążona siłą dynamiczną pochodzącą od masy narzędzi oraz uwzględniona została nadwyżka dynamiczna 0,2.

Sposób agregowania maszyny z ciągnikiem zamodelowano przez odebranie w wieszaku górnym przemieszczeń w kierunkach OXYZ. W dolnych punktach mocowania maszyny odebrano możliwość przemieszczeń w kierunkach OYZ.

W analizowanych przypadkach, elementy nośne maszyny, a mianowicie: rama główna, rama dolna, zespół wyrzucający, zespół rozdrabniający i zespół komory rozdrabniającej zamodelowano z wykorzystaniem elementów płytowo-powłokowych. Z wykorzystaniem elementów belkowych zamodelowano połączenia ramy głównej z elementami roboczymi oraz połączenia sworzniowe występujące w maszynie. Pozycja ramy dolnej podczas transportu utrzymywana jest za pomocą elementów prętowych (w miejsce siłowników hydraulicznych).

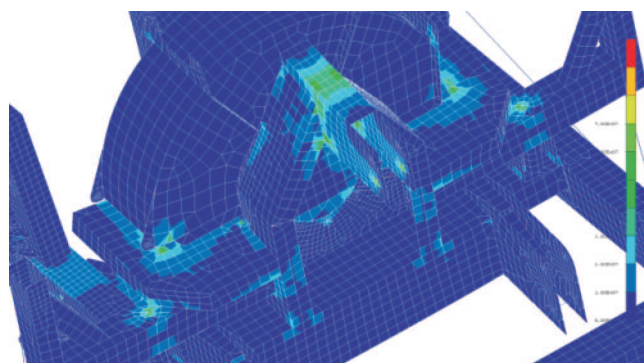
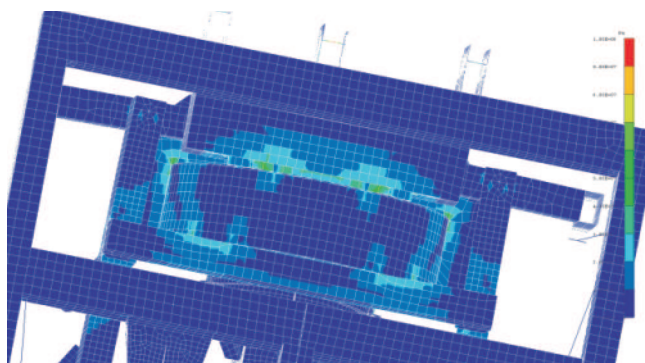
Do zamodelowania ciężaru podzespołów maszyny: zespołu podawania (320 daN) i zespołu tnącego (110 daN) wykorzystano elementy reprezentujące masę skupioną i zaimplementowano w modelu obliczeniowym maszyny (rys. 1).

Przeprowadzone analizy wytrzymałościowe umożliwiły określenie poziomu naprężeń w konstrukcji ramy nośnej maszyny do jednoetapowego zbioru wierzby krzewiastej.

Przemieszczenia konstrukcji maszyny do jednoetapowego zbioru wierzby krzewiastej pokazano na rys. 4. Maksymalne przemieszczenia konstrukcji w przypadku hamowania są symetryczne i zlokalizowane w przedniej części ramy dolnej. Przemieszczenia w stosunku do przypadku transportu uległy zmianie o 3 mm.

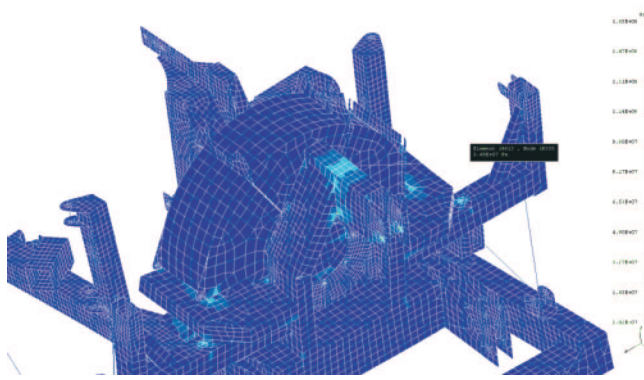
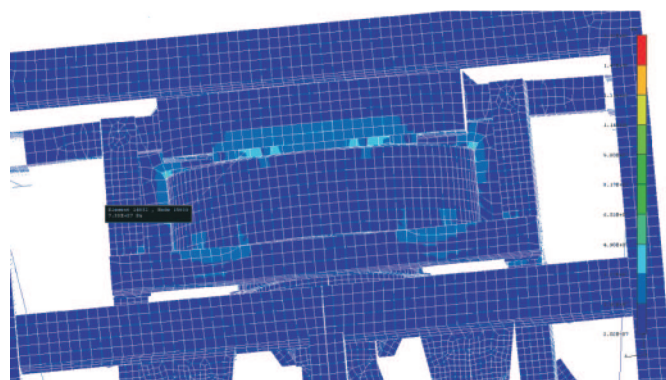
W obu wariantach obliczeniowych: w czasie hamowania i transportu po drogach utwardzonych, koncentracje naprężeń zlokalizowane są w zbliżonych węzłach: dolna część ramy nośnej oraz punkty połączenia z TUZ, pokazane odpowiednio na rys. 2 i 3 dla obu przypadków.

Podczas transportu wartość naprężeń wyniosła dla górnego punktu TUZ 35 MPa i dla dolnej belki ramy nośnej 73 MPa. Podczas hamowania wartość naprężeń we wskazanych węzłach wzrosła, osiągając 70 MPa dla punktu TUZ i 120 MPa dla dolnej belki ramy nośnej. Maksymalna amplituda naprężeń wyniosła 84 MPa i wystąpiła w górnej części komory. Uwzględniając maksymalne wartości naprężeń uśrednionych oraz naprężeń amplitudowych, w odniesieniu do wartości naprężeń dopuszczalnych wg wykresu Goodmana-Smitha dla stali S355J2G3, stwierdzono, że w badanej konstrukcji nie występują przekroczenia wartości dopuszczalnych dla wybranego materiału.



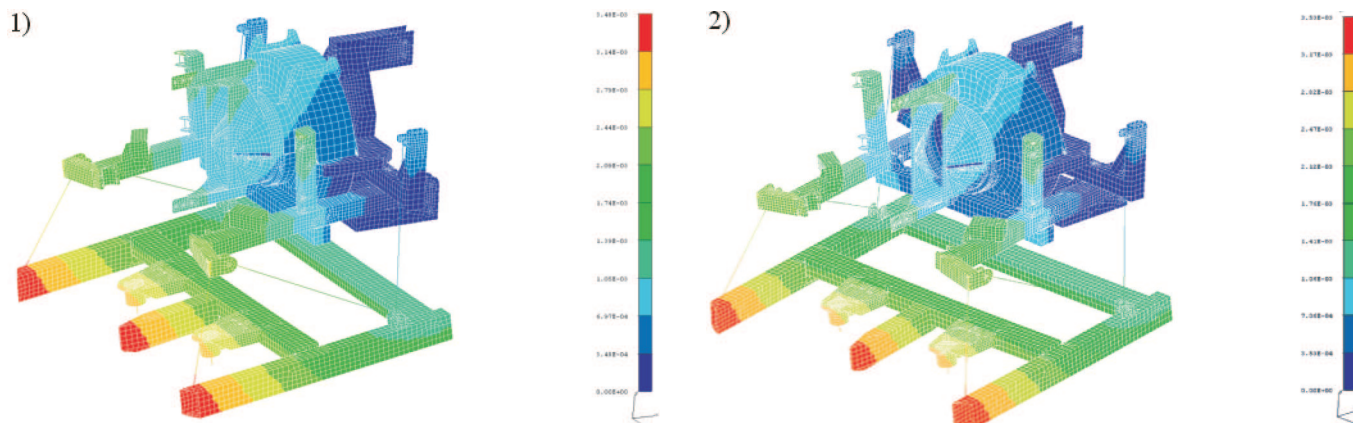
Rys. 2. Maszyna do zbioru wierzby krzewiastej metodą jednoetapową - naprężenia zredukowane Misses'a - widok ramy nośnej - przypadek hamowania

Fig. 2. Machine for one-phase shrub willow harvesting - von Mises reduced tensions - carrying frame view - breaking case



Rys. 3. Maszyna do zbioru wierzby krzewiastej metodą jednoetapową - naprężenia zredukowane Misses'a - widok ramy nośnej - przypadek transportu

Fig. 3. Machine for one-phase shrub willow harvesting - von Mises reduced tensions - carrying frame view - transport ride case



Rys. 4. Maszyna do zbioru wierzby krzewiastej metodą jednoetapową - przemieszczenie konstrukcji - przypadek hamowania (1) i transportu (2)

Fig. 4. Machine for one-phase shrub willow harvesting - transferring the structure - case of braking (1) and of transport ride (2)

Wnioski

1. W obu przyjętych wariantach obliczeniowych naprężenia występują w zbliżonych węzłach konstrukcji.
2. Proces hamowania zwiększa wartość naprężeń w ramie maszyny, w punktach ich koncentracji: punkt TUZ i dolna belka ramy nośnej, odpowiednio o 100 i 64% w odniesieniu do wariantu transportu.
3. Koncentracje naprężeń zlokalizowane w dwóch węzłach konstrukcji nie przekraczają wartości dopuszczalnych dla określonego materiału.

Literatura

- [1] Zienkiewicz O.C., Taylor R. L.: The Finite Element Method. Vol. 2 Solid Mechanics, V edition, Butterworth-Heinemann, 2000.
- [2] Pawłowski T.: O istocie badań empirycznych w doskonaleniu konstrukcji i eksploatacji wyrobów techniki rolniczej. Technika Rolnicza Ogrodnicza i Leśna, nr 1, s. 2-7, 2010.
- [3] Zbytek Z. i in.: Wielowariantowa analiza wytrzymałości konstrukcji maszyn do zbioru jedno i dwufazowego. Praca nie publikowana, PIMR, 2008.
- [4] Zbytek Z. i in.: Wygenerowanie modelu maszyn do zbioru jedno oraz dwufazowego i przeprowadzenie badań symulacyjnych w zakresie kinematyki i dynamiki. Praca nie publikowana, PIMR-Poznań, 2008.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF BRAKING ON THE LOADS ACTING ON CARRYING FRAME OF THE MACHINE FOR SHRUB WILLOW HARVESTING DURING TRANSPORT RIDE

Summary

Endurance examinations of the structure of the carrying frame of the machine for one-phase willow harvesting were discussed. Hubs of the structure, in which tension concentrations are coming were determined for computational cases - of braking and the transport ride on hardened roads. Averaged and amplitude tension values are took back to the Goodman-Smith graph for S355J2G3 steel. Tension concentrations located in two hubs of the structure aren't exceeding permissible value for definite material.



ISBN 978-83-921598-9-6

Podręcznik pt. **MASZYNY ROLNICZE** adresowany jest do szerokiego grona pracowników dydaktycznych i słuchaczy uczelni przyrodniczych oraz użytkowników maszyn rolniczych. Zawarto w nim podstawowe informacje z przedmiotu „Technika rolnicza i eksploatacja maszyn rolniczych” wykładanego na ww. uczelniach. Problematyka wykładów tego przedmiotu obejmuje charakterystykę szerokiego i niezwykle różnorodnego asortymentu maszyn i urządzeń technicznych. Wyczerpujące omówienie czy opisanie całości materiału jest niemożliwe. Z tych też względów w podręczniku przedstawiono ściśle wyselekcjonowane partie materiału - informacje podstawowe oraz te, które są dziełem autorów lub powstały przy znaczącym ich udziale. Stąd też, pomimo że podręcznik ma charakter pozycji dydaktycznej, nosi znamiona pracy monograficznej. Materiał uzupełniający stanowi literatura zamieszczona na końcu każdego z rozdziałów.

Wydawca: Branżowy Ośrodek Informacji Naukowej, Ekonomicznej i Normalizacyjnej
Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych
60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31
tel. 061 87-12-200; fax 061 879-32-62;
e-mail: office@pimr.poznan.pl; Internet: <http://www.pimr.poznan.pl>