

Streszczenie

Nośność niespawanych węzłów typu N kratownic stalowych z rur kwadratowych

W ramach rozprawy doktorskiej przeanalizowano i przedstawiono aktualny stan wiedzy na temat połączeń klucz-zamek (*plug & play*) oraz nowoczesnych technologii produkcyjnych. Przegląd obejmował normy, a także badania doświadczalne prowadzone zarówno przez krajowe, jak i zagraniczne ośrodki naukowe i liczne wzory patentowe.

Przeprowadzono badania laboratoryjne niespawanych węzłów N RK klucz-zamek na specjalnie przystosowanym stanowisku badawczym zaprojektowanym przez autora niniejszej rozprawy. Badania obejmowały dziewięć rodzajów węzłów różniących się między sobą grubością ścianek pasa, wymiarem przekroju kształtownika słupka oraz krzyżulca. Uzyskane wyniki posłużyły do ustalenia składników, które można wyodrębnić przy opisie zniszczenia węzłów. Dodatkowo wyniki te posłużyły do walidacji modeli teoretycznych i numerycznych węzłów.

Głównym celem rozprawy było ustalenie nośności niespawanych węzłów typu N konstrukcji stalowych z rur kwadratowych bez blach węzłowych wykonywanych przy użyciu nowoczesnych technik produkcyjnych. Zdefiniowano różne modele zniszczenia węzłów. Oszacowano teoretyczną ich nośność za pomocą metody składnikowej, definiując oryginalnie wiele składników.

Model numeryczny węzła wykonano przy użyciu oprogramowania Abaqus, zawiera wszystkie części składowe zamodelowane jako elementy trójwymiarowe. Istotne było uwzględnienie kontaktu pomiędzy wszystkimi elementami węzła. Przeprowadzone analizy numeryczne dostarczyły dokładnych informacji na temat najbardziej newralgicznych obszarów węzła. Opisano dwa kryteria do oceny nośności węzłów: kryterium dopuszczalnych przemieszczeń (C1) oraz kryterium Manna–Kenalla (MK). Umożliwiają one weryfikację ich nośności na podstawie analizy numerycznej. Zastosowanie numerycznych procedur obliczeniowych znacząco obniży czas weryfikacji nośności takich węzłów.

Metoda składnikowa, przeprowadzone badania doświadczalne oraz analizy numeryczne umożliwiają ustalenie nośności węzłów klucz-zamek wykonywanych bez konieczności spawania i przybliżają takie rozwiązanie do zastosowania w praktyce.

Summary

Resistance of non-welded N type truss joints with rectangular hollow sections

The current state of knowledge on plug & play connections and modern production technologies was analyzed and presented. The review included standards, patents and experimental test conducted by national and foreign scientific research teams.

Laboratory tests of the N RHS plug & play truss joints were carried out on a specially adapted test stand, which has been designed by the author . The tests included nine joints with different thickness of the chord flanges and cross-sections profile of the branch and tension bracing. The obtained results were used to determine the components that can be distinguished in the description of joints failure. In addition, the results were used to validate the numerical models of joints, which were used to conduct detailed analyzes.

The main purpose of the dissertation was to determine the limit resistance of the non-welded N type of steel structures made of rectangular hollow section without gusset plates, made with the use of modern production techniques AM. Theoretical models of destruction of individual parts of the joints and the calculation of the resistance of such selected components were proposed.

FE model of joint was worked out using the Abaqus software consisted of all connection components, modeled as three dimensional elements. It was very important to include into the model the contact between all its elements. The performed numerical analyzes show detailed information on the most sensitive areas of the joints. Two criteria of the connection resistance have been described: the criterion of permissible displacements (C1) and the Mann-Kenall criterion (MK). This enables additional verification and a more accurate assessment of the resistance.

The developed adaptation of component method to estimate the theoretical resistance of the joints, conducted experimental tests and numerical analyzes make possible to determine the resistance of such non-welded plug & play joints, what is the main purpose of this work and bring obtained solutions closer to the practical using.