

Streszczenie

Ocena właściwości strukturalnych rozciąganych połączeń kołnierzowych metodą składnikową

W ramach rozprawy doktorskiej przedstawiono stan wiedzy na temat nośności rozciąganych połączeń doczołowych kształtowników zamkniętych o przekroju kołowym. Przegląd obejmował badania doświadczalne (prowadzone głównie w zagranicznych ośrodkach badawczych), jak również literaturę i normy dotyczące projektowania konstrukcji stalowych i ich połączeń.

Skupiono się głównie na analizie złączy doczołowych kształtowników rurowych wykorzystujących blachę kołnierzową. Połączenia takie ze względów technologicznych i wykonawczych są często stosowane jako styki montażowe krawężników wież i masztów stalowych.

W rozprawie przedstawiono również wyniki badań doświadczalnych szesnastu połączeń doczołowych kształtowników rurowych o naturalnych wymiarach z blachą kołnierzową i dwóch połączeń z blachą pełną. Dla połączeń z blachą kołnierzową otrzymane podczas badań nośności graniczne porównano z obecnie stosowanymi metodami obliczeniowymi połączeń tego typu. Wyniki uzyskane z badań doświadczalnych posłużyły także do walidacji modelu numerycznego. Wspomniany model zbudowano z elementów przestrzennych w programie ADINA jako fragment połączenia w postaci połowy wydzielonego króćca kąтового. Uwzględniono w nim zjawiska kontaktu i tarcie. Weryfikację stworzonego modelu przeprowadzono w oparciu o badania doświadczalne, porównując formy zniszczenia, nośności graniczne, siły w śrubach, wydłużenia złączy oraz odkształcenia ścianek rur.

Stworzony model numeryczny wykorzystano do przeprowadzenia analizy parametrycznej złączy kołnierzowych. Analizę taką wykonano na trzech grupach modeli połączeń różniących się stopniem złożoności. Grupa pierwsza (24 połączenia) składała się z kołnierza i śruby, grupa druga (30 połączeń) składała się z kołnierza, śruby i fragmentu ścianki rury. Grupa trzecia (29 połączeń) zawierała kompletne modele styków składające się z kołnierza, śruby, fragmentu kształtownika

rurowego i spoin pachwinowych. Połączenia z grupy trzeciej analizowano dwukrotnie, jako połączenia niesprężone i jako połączenia sprężone.

W końcowej części pracy zaproponowano model mechaniczny połączenia kołnierzonego zgodny z założeniami metody składnikowej, który pozwala określić sztywność początkową oraz siłę w śrubie z uwzględnieniem efektu dźwigni w dla sprężystej fazy pracy złącza. Model ten zweryfikowano wykorzystując wyniki analizy parametrycznej.

Summary

Assessment of structural properties of tension flange joints by the component method

As part of dissertation, the current state of knowledge on ultimate tensile resistance of flange joints has been discussed. The review includes reports on experimental studies (conducted mainly on foreign research centers), as well as papers and standards related to designing of steel structures and their connections.

The main focus was on the analysis of the tubular section with flange plate. Such connections are often used as joints for tubular legs of steel towers and masts – for their technological and executional advantages.

The dissertation also presents the results of full-scale experimental tests of sixteen connections with a flange plate and additional two connections with a solid plate. For connections with a flange plate ultimate tensile resistances obtained during tests were compared with the results of currently used calculation methods for connections of this type. The results obtained from the experimental test were also used to validate the proposed finite elements model of the joint. The aforementioned model was built from solid elements, using ADINA software, as a fragment of a connection (corresponding with single bolt), taking into account both contact and friction. A three-dimensional, nonlinear approach was applied. Created model was then verified by experimental studies, comparing: forms of failure, tensile resistance, force in bolt, elongation of joints and deformation of tube walls.

The proposed FEA model was used to perform a parametric analysis of flange joints. Such an analysis was performed on three groups of connection models differing in level of complexity. Group 1 (24 cases): connections consisted of a flange and a bolt. Group 2 (30 cases): connections consisted of a flange, bolt and a part of the tube wall. Group 3 (29 cases) contains models of joints in their complete form, including: flange, bolt, tubular segment, and upper and lower fillet welds between flange and tube wall. Connections from the third group were analyzed twice: with and without pre-loaded bolts.

In the final part of the thesis, a mechanical model of a flange joints was proposed, in accordance with the assumptions of the component method, which allows to determine the initial stiffness and force in the bolt, taking into account the prying action for elastic phase of the joints operation. This model was verified using the results of the parametric analysis.