

Joanna Kłosowska
Politechnika Świętokrzyska w Kielcach
Wydział Budownictwa i Architektury

Tytuł rozprawy: „Ocena możliwości wykorzystania konstrukcji tensegrity w budownictwie kubaturowym.”

Streszczenie

Termin tensegrity został zaproponowany w połowie lat 50 XX wieku przez Fullera. Koncepcja dotyczy szczególnej grupy kratownic z elementów wyłącznie ścisanych i rozciąganych, które wzajemnie się stabilizują, mimo że w konstrukcji występują mechanizmy. Konstrukcje tensegrity mają wiele zalet wśród, których najważniejszą jest, duża sztywność przy minimalnej masie konstrukcji oraz fakt, że rozciąganie stabilizuje konstrukcje. Koncepcja tensegrity znalazła zastosowanie w architekturze i inżynierii lądowej, m.in. do budowy wież, kopuł, stropów, przekryć stadionów, mostów i łuków. Celem niniejszej rozprawy jest dokładny opis istniejących konstrukcji, określanych mianem tensegrity. Zwrócono uwagę na znaczne różnice w definicjach pojęcia tensegrity. Definicja ewoluowała w ciągu ostatnich 50 lat, dlatego istnieją konstrukcje, które nazywane są "tensegrity", ale nie spełniają wymagań wynikających z idei. Rozprawa zawiera własne definicje struktur tensegrity, które pokazują różnice między konstrukcją tensegrity, a standardowymi konstrukcjami ptetowo-cięgnowymi. Wskazano kluczowe właściwości struktur tensegrity, które zdefiniowano, jako system połączony w określonej konfiguracji cięgien i prętów, które tworzą statycznie niewyznaczalną strukturę, znajdująca się w stabilnej równowadze. Identyfikację charakterystycznych cech, takich jak nieskończenie małych mechanizmów i stanów self-stress, przeprowadzono na podstawie rozkładu macierzy wydłużen wg. jej wartości własnych i analiz spektralnych macierzy kratownic. W rozprawie przeanalizowano wiele płaskich i trójwymiarowych kratownic oraz rzeczywistych konstrukcji i sprawdzono, czy słusznie zaliczane są do konstrukcji tensegrity. Ważną zaletą struktur tensegrity jest możliwość kontrolowania i polepszania właściwości statycznych i dynamicznych konstrukcji, przez regulowanie siły samonaprężenia, a także przez obciążenie zewnętrzne. Przeanalizowano wpływ poziomu selfstressu na właściwości tensegrity na przykładzie istniejących konstrukcji. Omówiono technologiczne aspekty zastosowania systemów tensegrity w inżynierii lądowej, zwłaszcza w kopułach. Zaprezentowane wyniki badań potwierdziły tezę, że jest możliwe zastosowanie struktur tensegrity w tej dziedzinie inżynierii.



Joanna Kłosowska
Kielce University of Technology
Faculty of Civil Engineering and Architecture

Dissertation title: „Assessment of the possibility of applying tensegrity structures to building construction.”

Abstract

The term of tensegrity was introduced by Fuller in the middle 50th of XX century. The concept of such structures concerns on specific trusses which consist of compression and tension components which stabilize each other despite the fact that there are mechanisms. Tensegrity as a structural system offers many advantages over conventional structural systems. Their main benefit is that under the right actuation they can maintain their stiffness during deployment without requiring external members. The tensegrity concept has found applications within architecture and civil engineering, such as towers, large dome structures, stadium roofs, bridges, arches, temporarily structures and tents. The objective of this dissertation is to describe the applications of tensegrity structures in civil engineering. There are several definitions of this concept. The definition of tensegrity structures has evolved in last 50 years what is the reason why there are some structures which are called “tensegrity”, but they don't meet requirements. This dissertation contains own definitions of tensegrity structures, which show the differences between tensegrity and standard cable-strut structures. The key properties of tensegrity structures were indicated. For the purpose of this dissertation the tensegrity is defined as a pin-joined system with a particular configuration of cables and struts that form a statically indeterminate structure in a stable equilibrium. Identification of main features such as: infinitesimal mechanisms and self-stress states, was performed based on the singular value decomposition of extension matrix and spectral analyses of trusses' matrices. In this dissertation a lot of both two and three dimensional trusses, and real structures were analyzed and checked if they are really tensegrity type. An important benefit of tensegrity structures is possibility to control a stiffness due to existing infinitesimal mechanisms. The static and dynamic properties can be controlled and improved by self-stress forces added in truss members and also by applied external forces. The dissertation introduces the impact of the self-stress level on the behaviour of the tensegrity truss structures. The technological aspects of application of tensegrity systems in civil engineering specially in domes were discussed. Presented results of the study confirmed that it is possible to apply tensegrity structures in this field of engineering.

