

Дослідження ефективності підсилення висячих металевих конструкцій наскрізного перерізу зовнішнім армуванням методом наклеювання фіброармованих систем

*Ірина Руднєва, канд.техн.наук, доцент кафедри опору матеріалів
Київського національного університета будівництва і архітектури (м. Київ)*

Відомі численні приклади застосування металевих конструкцій, особливо в промислових будівлях та у великопрольотних спорудах. Застосування металевих конструкцій в будівництві зумовлене, перш за все, їх механічними властивостями. Але, як і у випадку з іншими типами конструкцій, унікальні та великопрольотні споруди, які проектується з металу, в результаті тривалої експлуатації, без своєчасного технічного обслуговування та капітальних ремонтів, недостатньої міцності матеріалів конструкцій, в результаті зносу, конструктивних дефектів, для збільшення несучої здатності в результаті зміни погодних умов та діючих нормативних документів, підвищення надійності, продовження експлуатації, зокрема, що мають елементи, які працюють на згин, потребують підсилення несучих конструкцій.

Особливо важливим є вибір максимально ефективного методу, як з точки зору надійності, так і з точки зору рентабельності, на що впливає тривале припинення експлуатації споруди, зупинка виробничого процесу або неможливість користуватися прилеглою територією для виконання робіт з реконструкції. При цьому необхідно зберегти не тільки будівлю в цілому, але і зовнішній архітектурний вигляд споруди. Отже, важливою є не тільки економічна, конструктивна, але і соціальна складова.

Традиційні методи підсилення, що зараз використовуються для відновлення або збільшення несучої здатності металевих конструкцій, засновані на застосуванні сталевих елементів шляхом їх кріплення болтами або зварювання, які збільшують навантаження на конструкцію і схильні до корозії і втоми.

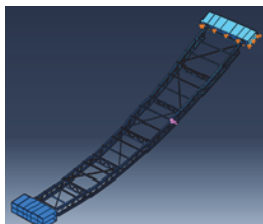


Рис. 1. Модель блока згинально-жорстких ниток

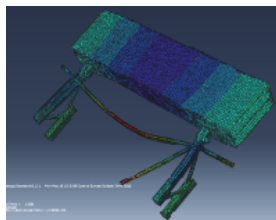


Рис. 2. Розподіл напружень в зоні опорного контуру

Після включення в роботу вуглепластика відсоткове зменшення вертикального прогину складо 26,6% для згинально-жорстких ниток, підсилених композитним матеріалом з вуглепластика. Величина розтягуючих напружень знизилась приблизно на 14%.

Альтернативним методом підсилення є застосування високоміцних фіброармованих систем (ФАС) шляхом наклеювання на основну конструкцію. ФАС мають високу міцність, малу вагу, стійкі до корозії, прості у використанні.

З врахуванням вищезазначених переваг фіброармованих систем, було виконано дослідження, в якому розглянуто варіант підсилення несучих металевих елементів висячої покриття, утвореного системою згинально-жорстких ниток наскрізного перерізу (Рис.1), зовнішнім армуванням методом наклеювання високоміцної фіброармованої системи на основі углерода. Розрахунки моделі конструкції покриття виконувались в сучасному програмному комплексі ABAQUS/CAE, заснованому на методі скінченних елементів.

Виконаний розрахунок підсиленої висячої металевий конструкції наскрізного перерізу зовнішнім армуванням ФАС на основі углерода, в програмному комплексі ABAQUS, показав, що найбільші напруження і деформації з'являються в області, близької до зовнішнього опорного контуру (Рис.2).

Підсилення несучих елементів зовнішнім армуванням на основі углерода, призвело до зниження деформацій споруди, а також до можливості збільшення несучої здатності.

1. I.N. Rudnieva. Comparative analysis of strengthening of building structures (masonry, metal structures, reinforced concrete) using FRP-materials and traditional methods during reconstruction. «Strength of Materials and Theory of Structures», 2020. № 105 – C.267-291. <https://doi.org/10.32347/2410-2547.2020.105.267-291>.

Investigation of the strengthening effectiveness of suspended metal structures of a through section by external reinforcement using fiber-reinforced polymer systems

I. Rudnieva, candidate of technical Sciences, Associate Professor of the Department of

Kyiv National University of Construction and Architecture

There are numerous examples of the use of metal structures, especially used in industrial buildings and in large-span structures. The use of metal structures in construction is primarily due to their mechanical properties. As in the case of other types of structures, unique and large-span structures designed from metal, as a result of long-term operation, without timely maintenance and major repairs, insufficient strength of structural materials, as a result of wear, structural defects, to increase the bearing capacity in as a result of changes in weather conditions and current regulatory documents, in order to increase reliability, prolong operation, in particular, with bending elements, need to strengthen the supporting structures.

It is especially important to choose the most effective method, both from the point of view of reliability and profitability, which is influenced by long-term decommissioning of a structure, stoppage of the production process or the inability to use the adjacent territory to carry out reconstruction work. At the same time, it is necessary to preserve not only the building as a whole, but also the external architectural appearance of the structure. So, not only the economic, constructive, but also the social component is important. Traditional strengthening methods, which are now used to restore or increase the load-bearing capacity of metal structures, are based on the use of steel elements by bolting or welding them, that increase the load on the structure and are susceptible to corrosion and fatigue.

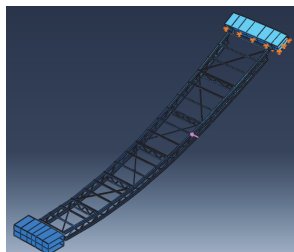


Fig. 1. Block model of the bending-rigid threads

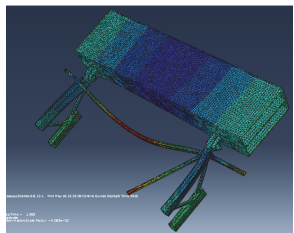


Fig. 2. Stress distribution in the area of the outer support circuit

An alternative modern strengthening method is the use of high-strength fiber-reinforced polymer (FRP) systems by gluing to the main structure. FRP-materials have an increased strength-to-weight ratio, they are more resistant to corrosion, easy to use.

Taking into account the aforementioned advantages of FRP materials, a study was carried out, in which a variant of strengthening the supporting metal elements of suspended rod shell formed by a system of bending-rigid threads of a through section (Fig. 1.) with external reinforcement by high-strength FRP-system based on carbon was considered. The computation of the coating structure models in the form of a suspended metal structure of a through section were carried out in the modern ABAQUS / CAE software package based on the finite element method. The performed computation of a strengthened suspended rod shell formed by a system of bending-rigid threads of a through section with external reinforcement by high-strength FRP-system, in the ABAQUS software, showed that the greatest stresses and strains appear in the area close to the outer support circuit (Fig.2).

Strengthening of the load-bearing elements with CFRP-material, led to a decrease in the deformation of the structure, as well as to the possibility of an increase of the bearing capacity.

After the inclusion of Carbon FRP, the percentage decrease in vertical deflection was 26.6% for bending-rigid threads strengthened with a FRP-material. The magnitude of the tensile stresses decreased by about 14%.

1. I.N. Rudnieva. Comparative analysis of strengthening of building structures (masonry, metal structures, reinforced concrete) using FRP-materials and traditional methods during reconstruction. «Strength of Materials and Theory of Structures», 2020. № 105 – C.267-291. <https://doi.org/10.32347/2410-2547.2020.105.267-291>.