

УДК 624.014

Новые решения узловых соединений стержней структурных и однослойных решетчатых конструкций

Кагановский Л.О.

Израиль

Анотація. Нові конструктивні вирішення вузлових з'єднань стержнів для структурних (плоских і криволінійних) і одношарових ґратчастих конструкцій призначені для застосування в покриттях різних споруд і куполів, зокрема над трибунами стадіонів. Запропоновані універсальні трубчасті стержні і вузлові елементи, що забезпечують передачу зусиль, які діють в стержнях, болтами, що працюють на подвійний поперечний зріз. Запропоновані конструктивні рішення в порівнянні з традиційно вживаними вузловими з'єднаннями стержнів системи «MERO» мають переваги, що полягають в підвищенні технологічності виготовлення і надійності за рахунок зниження концентрації напруги в елементах.

Аннотация. Новые конструктивные решения узловых соединений стержней для структурных (плоских и криволинейных) и однослойных решетчатых конструкций предназначены для применения в покрытиях различных сооружений и куполов, в т.ч. над трибунами стадионов. Предложены универсальные трубчатые стержни и узловые элементы, обеспечивающие передачу усилий, действующих в стержнях, болтами, работающими на двойной поперечный срез. Предложенные конструктивные решения по сравнению с традиционно применяемыми узловыми соединениями стержней системы «MERO» обладают преимуществами, состоящими в повышении технологичности изготовления и надежности за счет снижения концентрации напряжения в элементах.

Abstract. New conceptual solutions of nodal bar connections used in structural (plane and curvilinear) and single layer latticed constructions can be applied for roof of various systems and domes. The structures over the Stadiums' stands are among them. It is suggested multi-purpose tubular bars and joint elements, providing transfer of forces with the use of bolts, acting under double shear. The proposed design is featured by some advantages as compared with commonly used nodal bar connections such as "MERO" system for example. It is also characterized by convenience in technology of fabrication and considerable increase of reliability at the expense of reduction of stresses concentration at the elements.

Ключевые слова: структурные и однослойные решетчатые конструкции, узловые соединения стержней, универсальные стержни, узловые элементы.

В современном строительстве широкое применение получили структурные плоские и криволинейные, а также однослойные решетчатые конструкции (рис. 1, 2, 3, 4).

Структурные плоские конструкции (плиты) представляют собой пространственные решетчатые конструкции, состоящие из стержней и узловых элементов (рис. 1). В плоских структурных плитах стержни и узловые элементы многократно повторяются. Эти плиты широко применяются в

покрытиях различных зданий и сооружений. Их элементы легко перевозятся в компактных упаковках, могут собираться на земле и в собранном виде подниматься и устанавливаться на опоры.

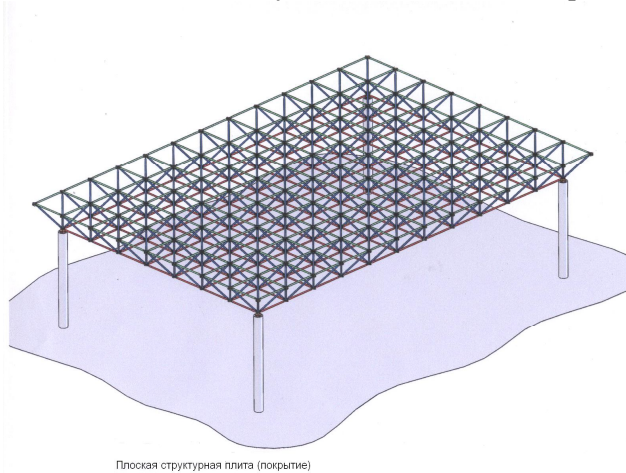


Рис. 1. Плоская структурная плита (покрытие)



Рис. 2. Криволинейная структурная плита (купол)

Структурные криволинейные плиты, в отличие от плоских, могут иметь различную кривизну в одном или двух направлениях (рис. 2). При этом у них могут отличаться длины и углы примыкания стержней к узловым элементам, сохраняя в большей степени повторяемость стержней и узловых элементов. Структурные плиты с кривизной в одном направлении применяются в конструкциях арочного типа. Плиты с двойной кривизной находят широкое применение в сооружениях куполов, по форме образованных поверхностью вращения. Купола, обладая архитектурной выразительностью, могут перекрывать большие площади. Криволинейные структурные плиты обычно применяются в сооружении куполов диаметром 90 и более метров. Для куполов меньших диаметров обычно применяются однослойные решетчатые конструкции. Структурные плиты

применяются, в частности, в покрытиях над трибунами стадионов. При проектировании вышеуказанных решетчатых конструкций решается сложная задача узлового монтажного соединения стержней.

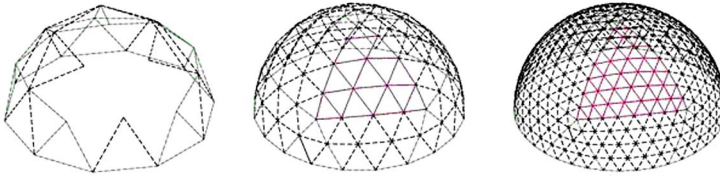


Рис. 3. Однослойные решетчатые купола (вариант 1)



Рис. 4. Однослойные решетчатые купола (вариант 2)

Традиционно в конструкциях структурных плит применяется система «MERO», состоящая из трубчатых стержней и узловых элементов, выполненных в виде стальных шаров с глухими резьбовыми отверстиями, в которые ввинчиваются специальные нестандартные болты, закрепленные к торцам трубчатых стержней (рис. 5). Эти болты должны вращаться в месте соединения с трубой во время монтажа, обеспечивая герметичность внутренней полости трубы. Во время эксплуатации узловые элементы должны воспринимать большие осевые усилия растяжения и сжатия. От изгибающих моментов, возникающих в узлах, при естественном прогибе смонтированного сооружения появляется опасность разрушения в районе свободной части резьбы болтов из-за концентрации напряжения.



Рис. 5. Узел соединения системы «MERO»

В результате поиска новых конструктивных решений узловых монтажных соединений стержней, отвечающих требованиям технологичности и снижения трудоемкости изготовления и монтажа, а также повышения надежности эксплуатации сооружений, автором предлагаются новые решения узловых монтажных соединений стержней структурных плоских и криволинейных плит, а также однослойных решетчатых конструкций.

В узловом соединении стержней плоских структурных плит узловой элемент представляет собой пластину для крепления универсальных трубчатых стержней нижней или верхней поверхностей плиты (рис. 6, 7, 9). Для крепления раскосов, соединяющих стержни этих поверхностей, к пластине перпендикулярно приваривают крестообразный листовой элемент. На концах трубчатых стержней выполнены два симметрично расположенных наклонных плоских среза для установки наклонных фасонки, которые изогнуты в месте примыкания к узловому элементу (рис. 8). Эти фасонки предварительно соединены между собой поперечной планкой и ребром жесткости, образуя «вилку», которая вставляется в наклонные срезы конца трубчатого стержня и жестко соединяется сваркой [1]. Такое конструктивное решение обеспечивает работу стандартного болта на двойной поперечный срез. Для предотвращения отгиба накладных фасонки устанавливаются шайбы, прямой край которых расположен в месте изгиба фасонки.

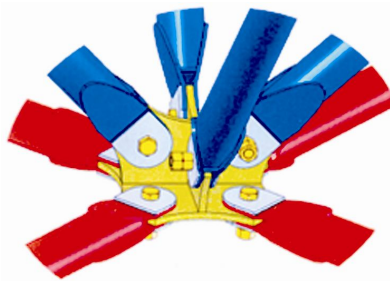


Рис. 6. Узел соединения стержней структурной плиты

Для структурной плиты двойной кривизны также применяются аналогичные универсальные трубчатые стержни с концевыми деталями для установки двухсрезных болтов. В ее узловом элементе, в отличие от плоской структурной плиты, пластины для крепления стержней верхних и нижних поясов приварены к крестообразному листовому элементу под углами, соответствующими продольной и поперечной кривизне этой структурной плиты (рис. 10). Углы соединения фасонки креста, а также расположение отверстий для установки двухсрезных болтов должны соответствовать геометрической схеме структурной плиты, при условии пересечения осей всех стержней в одной точке.

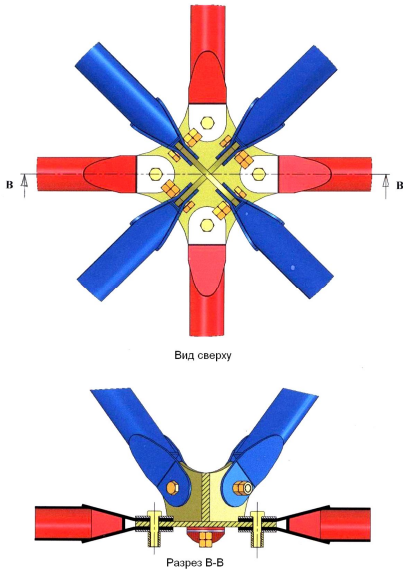


Рис. 7. Крепление универсальных
 трубчатых стержней

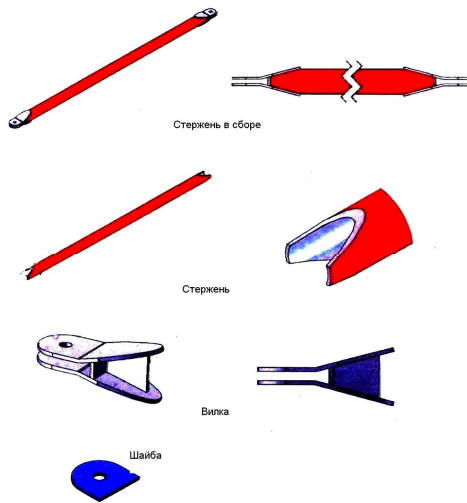


Рис. 8. Универсальный трубчатый
 стержень

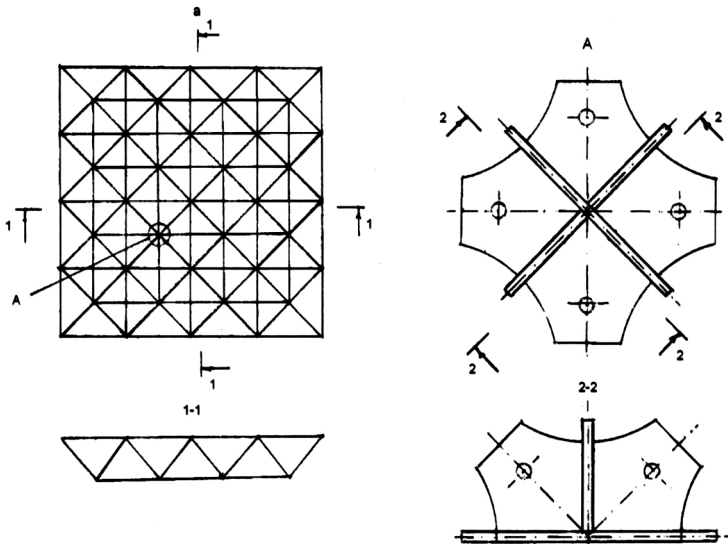


Рис. 9. Блок плоской структурной плиты:
 а – схема; А – узловой элемент

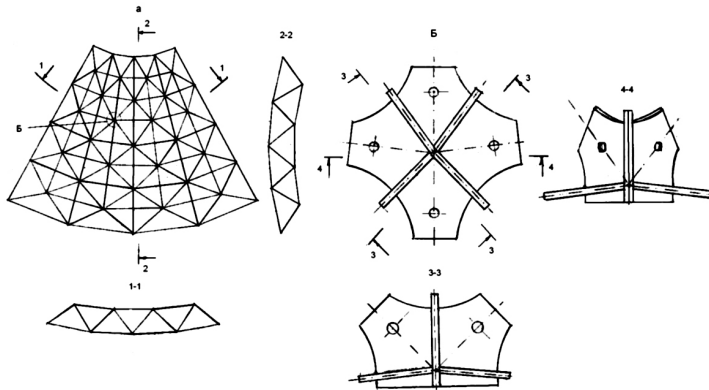


Рис. 10. Блок криволинейной структурной плиты:
а – схема; б – узловой элемент

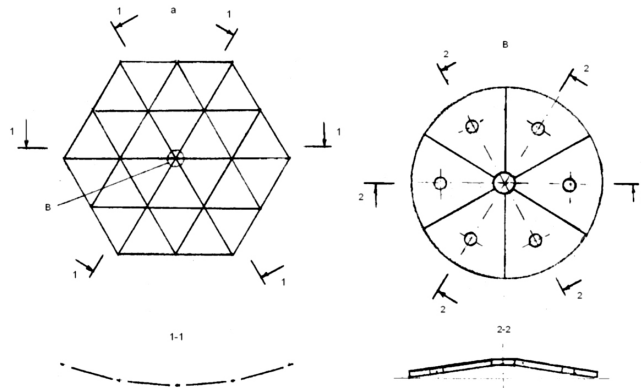


Рис. 11. Блок однослойного решетчатого купола (вариант 1):
а – схема; б – узловой элемент

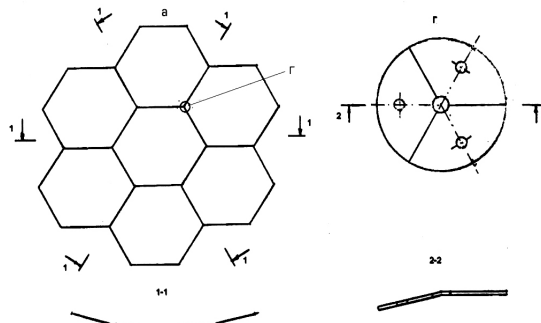


Рис. 12. Блок однослойного решетчатого купола (вариант 2):
а – схема; б – узловой элемент

Для конструкций однослойных решетчатых куполов, также состоящих из вышеуказанных универсальных трубчатых стержней, разработаны узловые элементы, в которых сходятся под определенными углами нужное количество стержней (рис. 11, 12). Узловые элементы представляют собой изогнутые листовые фасонки с плоскими гранями, расположенными под углами, соответствующими геометрическим схемам сооружений и количеству примыкающих стержней. На чертежах изображены два примера соединения стержней однослойного решетчатого купола, состоящего из шести и трех стержней. Узловые элементы могут быть выполнены методом штамповки.

Выводы

Конструктивное решение монтажных соединений трубчатых стержней и узловых элементов предусматривают работу стандартных болтов на двойной поперечный срез, что в 2,0 – 2,5 раза увеличивает несущую способность болтов по сравнению со специальными болтами, применяемыми в системе «MERO», работающими на осевое растяжение и сжатие. При этом исключается опасность работы болтов на изгиб.

Трубчатые стержни универсальны, так как их применение эффективно во всех структурных и однослойных решетчатых конструкциях.

Узловые соединения универсальных трубчатых стержней могут широко применяться в покрытиях различных зданий и сооружений, в конструкциях арочного типа и куполов, а также в покрытиях над трибунами стадионов.

Применение современной компьютерной и машинной технологии изготовления и сварки конструкций универсальных трубчатых стержней и узловых элементов обеспечит высокую технологичность и надежность сооружений.

Литература

- [1] Патент 891 UA, E04 B1/58. Узел крепления трубчатого элемента решетчатой конструкции. Л.О. Кагановский. – Оpubл. 15.12.93. Бюл. № 2.

Надійшла до редколегії 13.05.2010 р.