

5. Интернет-ресурс: <http://www.archnewsnow.com>
6. Интернет-ресурс: <http://www.membrana.ru>
7. Интернет-ресурс: <http://www.novate.ru>
8. Интернет-ресурс: <http://www.romsesarchitects.com/>
9. Интернет-ресурс: <http://www.architecture.uwaterloo.ca>
10. Интернет-ресурс: <http://www.vincent.callebaut.org/>
11. Интернет-ресурс: <http://www.inhabitat.com>
12. Интернет-ресурс: <http://www.arhinovosti.ru/>
13. Доклад DLR, Institute of Technical Thermodynamics, Department of Systems Analysis and Technology Assessment, Stuttgart, Germany: Dr.Wolfram Krewitt, Sonja Simon, Stefan Kronshage
14. Интернет-ресурс: <http://energoeffekt.gov.by>

УДК 69.057.4 (088.8)

*Мартысюк В.С., Харитонович Д.А.*

*Научные руководители: доцент Пчелин В.Н., доцент Юськович В.И.*

### **НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛОВ СТРУКТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ С ПОВОДКОВЫМИ ВТУЛКАМИ**

Научно-технический прогресс в области металлоконструкций покрытия зданий и сооружений связан с поисками новых типов конструкций, совершенствованием уже известных, определением их оптимальных параметров, поиском новых геометрических форм, отвечающих наилучшему их использованию, совершенствованием методов их расчета.

В повышении индустриальности строительства важнейшее место отводится внедрению легких металлических конструкций.

Дальнейшее совершенствование процессов проектирования, производства, комплексной поставки и монтажа легких металлических конструкций зданий общественного назначения требует сочетания оптимальных показателей массы с минимальной трудоемкостью механизированного поточного изготовления. Стремление сочетать эти факторы делают рациональным применение пространственных конструкций, в основе которых лежат оптимальные многократно повторяющиеся элементы из наиболее эффективных тонкостенных трубчатых профилей. Поиски интересных архитектурных форм большой выразительности и универсальности, образуемых на основе неоднократно повторяющихся элементов, привели к созданию стержневых систем нового типа – структур. Структурные конструкции относятся к широкому классу пространственных решетчатых шарнирно-стержневых металлических конструкций, из которых наибольшее распространение получили структурные плиты.

Структурные конструкции представляют собой пространственно-стержневые конструкции, состоящие из верхней и нижней поясных сеток, соединенных между собой в узлах раскосной решеткой.

При проектировании и возведении структурных покрытий зданий общественного и производственного назначения чаще используются комбинированные узловые соединения, в которых сочетаются как сварные, так и болтовые соединения; при этом сварка выполняется в заводских условиях, а сборка – в построечных на болтах.

Ярким представителем комбинированного узлового соединения является изображенный на рис.1 узел «Меро» [1]. Узловой элемент этого типа представляет собой стальной многогранник, близкий по форме к шару, с отверстиями, на стенках которых имеется резьба. Для соединения с узловым элементом на конце стержневого элемента устраивается конический наконечник с вставным болтом со штифтом и поводковой втулкой. Вращением втулки болт ввинчивается в отверстие шара, при этом исключается вращение присоединяемого элемента.

Положительными достоинствами этого узлового решения являются: универсальность, т.е. возможность применения при любых стержневых схемах; компактность; сравнительно небольшая трудоемкость при монтаже; возможность создания сборно-разборных конструкций; эстетичность.

Недостатками узла «Меро» являются высокие требования к допускам на отклонения линейных размеров элементов. Конструкция узлов не допускает наличия зазоров между соединяемыми элементами. Такие зазоры могут возникнуть при сборке конструкции из-за отклонений размеров стержней и узловых элементов, возникающих при изготовлении. Для обеспечения качества структурной конструкции требуется сложная станочная обработка, а также жесткий контроль при приемке отправочных элементов. Это вызывает удорожание конструкции при изготовлении. Кроме того, наличие отверстий в болтах и прорезей – в поводковых гайках существенно снижает прочность болтов и поводковых гаек и не обеспечивает защиту болтов от внешних воздействий (прежде всего от проникновения влаги).

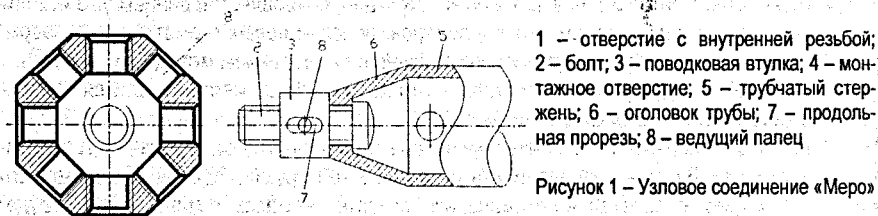


Рисунок 1 – Узловое соединение «Меро»

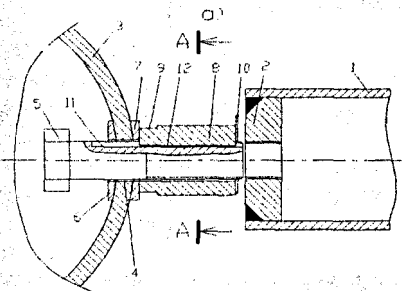
Снизить высокие требования к допускам на изготовление соединяемых в узлах пространственных конструкций элементов и упростить сборку узлов непосредственно в построечных условиях позволяет разработанный в Брестском государственном техническом университете узел по патенту РБ 2489 [2], в котором узловый элемент выполнен в виде полого шара, собранного из двух сваренных между собой полусфер, с отверстиями в стенке. Со стороны полости шара через отверстия пропущены с возможностью вкручивания в гайки полых стержней структуры крепежные высокопрочные болты с силовой и стопорной гайками. В проектом положении стопорная гайка стопорит гайку стержня относительно болта, а силовая гайка-болт относительно шара.

Узел системы «БргТУ» успешно использован при строительстве более десятка объектов, наиболее важными из которых являются: «Ледовая арена в г. Пружаны», «Летний амфитеатр в г. Витебске» и т.д.

Однако в узле системы «БргТУ» передача сжимающих нагрузок от стержней на узловый элемент только через болты обуславливает невысокую несущую способность узлового соединения. Кроме того, несущие болты открыты внешним воздействиям, вслед-

ствие чего повышается вероятность их коррозии в процессе эксплуатации, снижающей долговечность конструкции.

Для устранения указанных недостатков на основе узлов «БрГТУ» и «Меро» разработаны изображенные на рис. 2,3 новые узлы с поводковыми втулками, на которые поданы заявки на выдачу патентов РФ, находящиеся в настоящий момент на рассмотрении.



1 – полые стержни; 2 – гайки; 3 – полый шар; 4 – отверстия; 5 – болты; 6 – внутренние шайбы; 7 – наружные шайбы; 8 – втулки; 9 – лыски под гаечный ключ; 10 – съемный фиксатор; 11 – шлицевой паз; 12 – шлицевой выступ

Рисунок 2 – Узел соединения полых стержней с поводковыми втулками с продольными выступами, взаимодействующими со шлицевыми пазами болтов в проектом положении

В представленном на рис.2 узле на болты, снаружи полого шара, одеты с возможностью перемещения поводковые втулки с лысками под гаечный ключ. Каждый из болтов оборудован съемным фиксатором положения втулки, размещенным между торцом болта и втулкой, и выполнен со шлицевым пазом, а каждая из втулок снабжена размещенным в пазе болта шлицевым выступом. Съемный фиксатор размещен на расстоянии 3...4 витков резьбы от торца болта (для обеспечения первоначально вкручивания болта в гайку стержня) и может быть выполнен в виде проволочной скрутки (на чертежах не показано) или плотно одеваемой на болт пластмассовой упругой шайбы с вырезом.

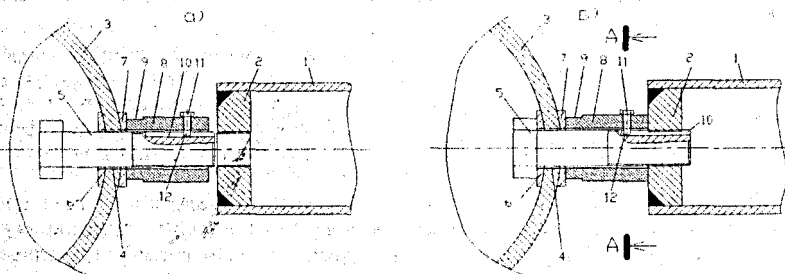
При сборке узла каждый из стержней заводится между шарами смежных узлов с максимально втопленным в полость шара болтом до опирания втулки с наружной шайбой на наружную поверхность шара, при этом между гайкой стержня и болтом образуется монтажный зазор, а втулка стопорится на болте благодаря съемному фиксатору (рис.2). Затем, путем вращения втулки с болтом, последний ввинчивается в гайку стержня на 2...3 витка, при этом вращающий момент передается от втулки на болт через шлицевой выступ, взаимодействующий со шлицевым пазом болта. Вращение втулки выполняется при помощи гаечных ключей, одеваемых на лыски втулки. На заключительном этапе с болта демонтируется съемный фиксатор и производится окончательное вкручивание болта, выдвигаемого из втулки, в гайку стержня при вращении втулки до полной выборки всех зазоров и получения требуемого усилия затяжки, при этом узел и стержни занимают автоматически проектное положение. Аналогично соединяются в узле остальные стержни.

Однако изготовление втулки со шлицевым выступом характеризуется большими трудозатратами и требует наличия съемного фиксатора.

Для упрощения изготовления узла и исключения из конструкции съемного фиксатора в предлагаемом на рис.3 узле каждая из втулок снабжена врезным винтом с цилиндрическим концом, размещенным в шлицевом пазе болта.

Диаметр врезных винтов регулируется из условия их срезания при создании необходимого предварительного напряжения болтов при сборке узлов.

Перед сборкой узла втулки стопорятся на болтах на расстоянии 3...6 витков от их торцов (для обеспечения первоначально вкручивания болта в гайку стержня) посредством максимального вкручивания винта во втулку до упора цилиндрического конца в дно шлицевого паза болта.



а) узел в момент заведения стержня между смежными узлами, разрез; б) то же, в проектном положении; 1 – полые стержни; 2 – гайки; 3 – полый шар; 4 – отверстия; 5 – болты; 6 – внутренние шайбы; 7 – наружные шайбы; 8 – втулки; 9 – лыски под гаечный ключ; 10 – шлицевой паз;

11 – врезной винт; 12 – цилиндрический конец винта

Рисунок 3 – Узел соединения полых стержней с поводковой втулкой, снабженной выступом в виде врезного винта, взаимодействующего со шлицевым пазом болта

При установке каждого из стержней последний заводится между шарами смежных узлов с максимально втопленным в полость шара болтом, при этом между гайкой стержня и болтом образуется монтажный зазор (рис.3 а). Затем, путем вращения втулки с болтом, последний ввинчивается в гайку стержня на 2...3 витка, при этом вращающий момент передается от втулки на болт через врезной винт, взаимодействующий цилиндрическим концом со шлицевым пазом болта. На заключительном этапе врезной винт вывинчивается из втулки на 1...3 витка резьбы (для обеспечения возможности перемещения болта относительно втулки) и производится окончательное вкручивание болта, выдвигаемого из втулки, в гайку стержня при вращении втулки до полной выборки всех зазоров и получения требуемого усилия затяжки (рис.3 б). При этом в момент достижения требуемого усилия затяжки болтов происходит срезание врезного винта и дальнейшее напряжение болтов становится невозможным.

Снабжение узлов втулками с выступами, взаимодействующими со шлицевыми пазами болтов, обеспечивает существенное повышение несущей способности узлов на сжимающие нагрузки, упрощение их сборки и защиту болтов от внешних воздействий (т.е. расширение области применения узлов системы «БрГТУ»), что позволяет рекомендовать разработанные узлы в широком масштабе при возведении структурных конструкций.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Трушев, А.Г. Пространственные металлические конструкции. – М.: Стройиздат, 1983 – С. 117.
2. Узел соединения полых стержней пространственного каркаса: пат. 2489 РБ, МПК 7 E 04B 1/58 / В.И. Драган, А.А. Левчук, Н.Н. Шалобыта, В.Н. Пчелин; заявитель УО "Брест. гос. техн. ун-т" (BY). – № u 20050458; заявл. 21.07.05; опубл. 28.02.06 // Афицыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 1. – С.193.