

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НОВОЙ БОЛЬШЕПРОЛЕТНОЙ СТРУКТУРНОЙ СИСТЕМЫ ТИПА «БРГТУ»

В последнее время широкое распространение получили пространственные решетчатые конструкции, которые эффективно используются в плоских и криволинейных покрытиях большепролетных общественных и производственных зданий.

Применение таких систем в современном строительстве позволяет: добиваться органичного единства конструкции и архитектурной формы; создавать выразительные архитектурные решения внутреннего пространства и сооружения в целом; перекрывать помещения с любой конфигурацией плана; существенно облегчать массу покрытия, повышая за счет этого эффективность работы конструкции на полезные нагрузки; унифицировать элементы и узловые детали и обеспечивать возможность поточного изготовления их на высокомеханизированных заводах; удобно и легко транспортировать сборные элементы с завода-изготовителя к месту строительства; свести работу на строительной площадке к простой и быстрой сборке элементов.

В мировой практике применения структур насчитывается около 130 различных систем, отличающихся прежде всего конструкцией узла сопряжения стержней [1]. Именно в узле сопряжения сосредоточены главные особенности технологии изготовления и сборки конструкций, определяющие отличия одной системы от других.

Основные характеристики узловых соединений проанализированы в работе [2]

Одной из первых нашла применение в строительстве система немецкой фирмы "Меро" (1942 г.), предложившей пространственно-стержневые сборно-разборные каркасы кристаллического строения для зданий всенного назначения (табл.1) Позже появились много других конструктивных решений таких систем

Структуры МАРХИ базируются на применении унифицированных стержней и узловых коннекторов (табл 1)

Сварная конструкция узла системы "Октаплатт" (Германия, 1957 г) заслужила признание относительной простотой Узловой элемент представляет собой шар, свариваемый из двух штампованных половин на подкладном кольце (табл. 1).

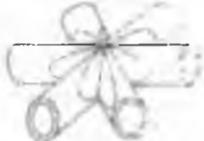
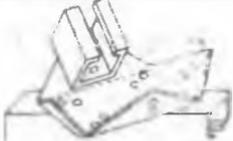
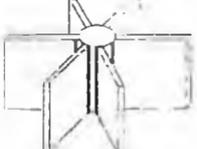
В узловом сопряжении "ИФИ" (Германия) применяется сборный узел, состоящий из клиновидных наконечников приваренных к стержням и двух крышек, в которые вставляются наконечники В соединениях "ИФИ", "Триодетик" болт в основном выполняет фиксирующую функцию, стягивая узел (табл 1)

Болтовые соединения исключают сварку, как в заводских, так и в монтажных условиях и позволяют собирать структуру из стержней на болтах или других сборных приспособлениях. К ним относятся фасоночные соединения, когда в заводских условиях выполняется их штамповка ("Юнистрат", "КИСИ", "Кипсер"), замковые соединения, имеющие ось перпендикулярную плоскости элементов структуры ("Триодетик" и др)

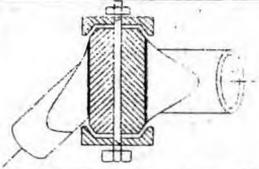
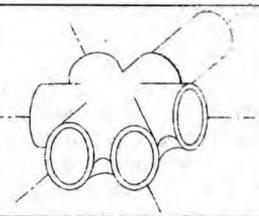
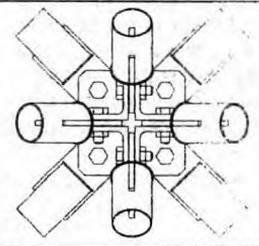
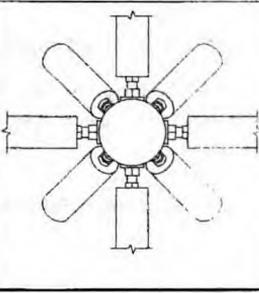
Характерным свойством комбинированных узловых соединений является то, что узел расчленяется на две группы деталей: первая приваривается в заводских условиях к концам соединяемых стержней, а вторая – это шайбы, болты, гайки ("Меро", "Веймар" "ИФИ" "БргТУ").

В области строительства структурных конструкций за последние годы проделаны значительные работы и в Республике Беларусь Так в 2005 г нами разработано конструктивное решение нового узлового элемента типа "БргТУ", предназначенного для соединения стержневых элементов структур в виде тонкостенных трубчатых профилей (табл 1).

Таблица 1 Характеристика наиболее распространенных типов узловых соединений

Тип узлового соединения	Эскиз	Значение строительного коэффициента	Трудозатраты на сборку ячейки, чел-час/м ²	Макс-я расч-я нагрузка, кН/м ²
1	2	3	4	5
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко		1,002	1÷1,5	2,66
"Октаплат"		1,10	2÷4	>3
"Юнистрат"		1,15	0,1÷0,2	1,1
"Меро", "МАрХИ"		1,71	1÷1,5	3÷5
"КИСИ"		1,15	0,15÷0,3	1,1
На листовых фанонках		1,10	2÷4	>3
"Триодетик"		1,10	2÷4	1÷1,5

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
"ИФП"		1,15	2÷3	1÷2
SDC		1,20	2÷4	>3
"Брест"		1,25	0,5+0,6	3÷5
"БрГТУ"		1,15	< 0,15	3÷5

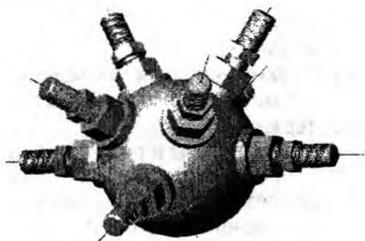


Рис.1. Узел типа «БрГТУ»

Узел выполнен в виде полого шара с отверстиями в стенке (рис.1) Со стороны плоскости шара через отверстия пропущены крепежные болты с возможностью вкручивания в специальные гайки стержней. Между головками болтов и внутренней поверхностью шара, а также между силовыми гайками и наружной поверхностью шара, установлены шайбы со сферическими, обращенными к шару поверхностями. В торцах стержней элементов решетки вварены в их полостях специальные гайки

Шар изготавливается из двух полусфер, полученных путем горячего прессования из листового проката. Толщина листа определяется величиной максимального усилия, воспринимаемого узлом. В полусферах сверлятся отверстия необходимого диаметра под болты. Диаметр отверстия назначается на 1,0мм больше диаметра болта, что обеспечивает свободную сборку узлов структуры. В отверстия полусфер устанавливаются на сферических шайбах болты. Полусферы свариваются стыковым швом с разделкой кромок соединения по типу С17 по ГОСТ5264-80 полуавтоматической или автоматической сваркой в среде углекислого газа. Важную роль в данном узле играют шайбы со сферической поверхностью. При закручивании силовой гайки происходит центровка стержня на центр шара. Толщина и диаметр шайбы существенно влияет на несущую способность узла.

Диаметр шара, толщина стенки шара, диаметр болтов и класс прочности болтов назначается исходя из величины действующих усилий в стержнях, используя принцип равнопрочности всех элементов рассматриваемого узла структуры

Для анализа эффективности предложенного узлового соединения в качестве основного критерия оценки принят строительный коэффициент структурной плиты, показывающий конструктивную и экономическую эффективность конструкции. Чем меньше масса узла, тем эффективнее пространственная стержневая конструкция. Кроме того, оценивалась ориентировочная трудоемкость монтажа ячейки структуры и усилия в стержнях, выдерживаемые узловым соединением

Вес структурной конструкции в общем случае состоит из веса стержней G_c и веса узловых элементов G_u . При повторяющейся ячейке структурных конструкций вес ячейки структуры можно представить в виде:

$$G_{стр} = G_c + G_u = \psi$$

где $\psi = 1 + \frac{G_u}{G_c}$ – строительный коэффициент структурной конструкции

Вес стержневых элементов зависит от строения поясных сеток и может быть представлен для структур из треугольных ячеек типа наклонных ферм трех направлений:

$$G_c^{\Delta} = 18,23 \frac{\alpha q n^2 a^2 \gamma}{R}$$

а для структур с поясными сетками из квадратных ячеек типа наклонных ферм двух направлений в виде:

$$G_c^{\square} = 22,09 \frac{\alpha q n^2 a^2 \gamma}{R}$$

где α – коэффициент при выражениях максимального момента;

q – нагрузка на покрытие, $кН/см^2$,

a – шаг узлов поясных сеток, $см$;

n – количество панелей в характерном пролете покрытия;

R – расчетное сопротивление материала стержней, $кН/см^2$,

γ – плотность материала стержней, $кН/см^3$

Трудоемкость монтажа ячейки структуры и расчетную нагрузку на структурную плиту принималась согласно [3].

Расчеты показали, что трудозатраты на сборку ячейки структуры с узлом «БрГТУ» составили < 0.15 чел час/ $м^2$; при расчетной нагрузке > 3 $кН/м^2$ значение строительного коэффициента – 1.16.

Выводы В результате проведенных исследований использования структурных систем предложено конструктивное решение узлового соединения, которое обладает преимуществами по сравнению с существующими. В результате существенно снизились вес элементов, стоимость и трудоемкость работ

Проведенный анализ применения структурных конструкций с узлом «БрГТУ» на базе строительных коэффициентов показал высокий экономический эффект.

Узлы такого типа применены в структурных покрытиях летнего театра в парке культуры и отдыха г. Бреста, ледовой арены в г. Пружаны и других сооружений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Трущев А.Г. Пространственные металлические конструкции.
2. Драган В.И., Шалобыта Н.Н. К вопросу эффективности узлового соединения структурных конструкций / Вестник БрГТУ. – 2009. №1: Строительство и архитектура. – с 127-129.
3. Трофимов В.И., Бегун Г.Б. Металлические конструкции

УДК 693.22.18

Хвусевич А.В.

Научный руководитель: проф Драган В.И.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛА ТИПА «БрГТУ»

Как известно [1] решетчатые конструкции эффективно используются при создании различного рода покрытий плоских, пространственных, криволинейных и т.д. Системы образованные пересечением плоских ферм в двух, трех и более направлениях составляют так называемые структуры.

Основным элементом структур является их узловое соединение. Создание эффективного узла структуры обеспечит простоту ее монтажа, прочность, надежность, позволит снизить материалоемкость.

Известно множество конструктивных решений узловых соединений [2]. Все они имеют как достоинства так и недостатки. Одно из эффективных конструктивных решений имеет узел «БрГТУ» [3].

С целью обеспечения прочности и надежности узла, снижения материалоемкости структур, целесообразно исследовать его напряженно-деформируемое состояние (НДС).

Узел имеет сложную геометрическую форму и представляет собой полый шар с отверстиями (рис. 1). Нагрузка передается через болты шайбы и гайки, которые соединяют стержни структуры с полым шаром.

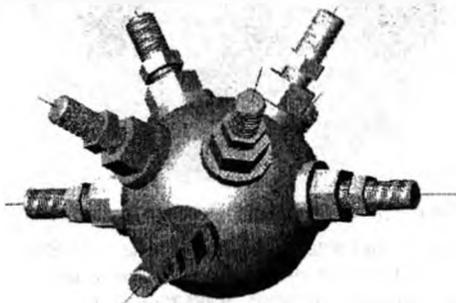


Рис. 1. Конструкция узла системы «БрГТУ»