

зировать постепенное повышение, в соответствии с мировой тенденцией, в ближайшее время на строительном рынке республики спроса на бескаркасные арочные покрытия и увеличения доли бескаркасных арочных решений при проектировании покрытий как для вновь возводимых, так и реконструируемых зданий и сооружений.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Айрумян, Э.Л. Эффективные холодногнутые профили из оцинкованной стали – в массовое строительство / Э.Л. Айрумян, В.Ф. Беляев // Монтажные и специальные работы в строительстве. – 2005. – № 11. – С. 10–17.
2. Прицкер, А.Я. Бескаркасные складчатые конструкции / Л.Я. Прицкер, В.Л. Аденский, М.С. Фридман. – К.: Будивэльник, 1991. – 88 с.
3. Pre-Engineered Systems [Electronic resource]. – 2015. – Mode of access: <http://www.pre-engineered-systems.com/about-pre-engineered-systems.php>. – Date of access: 14.08.2015.
4. The Marvel Brute Modified U Panel Arch [Electronic resource]. – 2015. – Mode of access: <http://marvelbrute.com/QualityFeatures>. – Date of access: 13.04.2015.
5. Evaluation of K-Span as a Rapidly Erectable Lightweight Mobilization Structure. Construction Engineering / US Army Corps of Engineers Construction Engineering Research Laboratory; D. Briassoulis, A. Kao, S. Sweeney. – Champaign, 1991. – 64 p. – TR M-91/06.
6. M.I.C. Industries [Electronic resource]. – 2015. – Mode of access: <http://www.micindustries.com/>. – Date of access: 09.12.2015.
7. Строительство бескаркасных арочных сооружений на оборудовании «Радуга МБС» [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.raduga-mbc.ru/>. – Дата доступа: 21.11.2011.
8. Оборудование для бескаркасного арочного строительства «СФЕРА» компании «Ажурсталь» [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.azhurstal.ru/>. – Дата доступа: 10.11.2011.
9. Мобильный профилегибочный комплекс для профессионального производства бескаркасных арочных конструкций «Арка-610» [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://arkarussia.ru/pdf/Catalog.pdf>. – Дата доступа: 15.08.2014.
10. The Peneder Arched Roof [Electronic resource]. – 2014. – Mode of access: <http://www.peneder.com/>. – Date of access: 17.08.2014.
11. Legato-Arch System. Technical Documentation // Zeman Bauelemente [Electronic resource] – 2013 – Mode of access: <http://www.zebau.com/media/legato-technical-documentation.pdf>. – Date of access: 11.01.2013.
12. Hoesch Bogendach Technische Daten [Electronic resource]. – 2014. – Mode of access: http://www.hoesch-bau.com/uploads/tx_downloads/bogendach_gb.pdf. – Date of access: 10.08.2014.
13. Makelainen, P. Stability of arched roof made of profiled steel sheeting / P. Makelainen, J. Hyvarinen // Tenth international specialty conference on cold-formed steel structures, Missouri, October 23–24 1990 / Missouri S&T (Formerly the University of Missouri-Rolla). – Missouri, 2009. – P. 131–148.
14. Kantavat rakenteet // Rautaruukki Oyj [Electronic resource]. – 2014. – Mode of access: <http://www.ruukki.fi/~media/Finland/Files/Rakentamisen-esitteet/Ruukki-kantavat-rakenteet.pdf>. – Date of access: 14.08.2014.
15. Curved Self-Supporting Roofing // Incoferfil Ingenieria y Construcción del Perfil S.A [Electronic resource]. – 2014. – Mode of access: <http://www.incoferfil.com/the-self-supporting-roofing-cms-1-51-171/>. – Date of access: 14.08.2014.
16. Curved Metal Deck // Finline architectural systems, LLC [Electronic resource]. – 2014. – Mode of access: http://www.flinesystems.com/index_html_files/FinlineCurvedDeck_020811.pdf.pdf. – Date of access: 12.05.2014.
17. Honco Steel Buildings [Electronic resource]. – 2014. – Mode of access: http://www.honco.ca/Upload/CommuniquePresse/2/Honco_brochure_Eng2.pdf. – Date of access: 16.08.2014.
18. Уласевич, В.П. Особенности напряженно-деформированного состояния гибких пологих арок из стальных тонкостенных гнутых профилей / В.П. Уласевич, Д.А. Жданов // Вестник БрГТУ. – 2012. – № 1(73): Строительство и архитектура. – С. 104–110.
19. Жданов, Д.А. Теоретические исследования пологих бескаркасных арочных покрытий из стальных тонкостенных холодногнутых профилей / Д.А. Жданов, В.П. Уласевич // Перспективные направления инновационного развития строительства и подготовки инженерных кадров: сб. науч. статей XIX Междунар. науч.-метод. семинара, Брест, 23-25 октября 2014 года. – С. 68–75.
20. Жданов, Д.А. Экспериментальные исследования фрагмента пологого арочного покрытия из тонколистового холодногнутого профиля типа МС-120 с поперечными гофрами / Д.А. Жданов, В.П. Уласевич, И.В. Зинкевич // Вестник Полоцкого государственного университета. – 2015. – № 8 Серия F: Строительство. Прикладные науки. – С. 33–40.
21. Жданов, Д.А. К определению эффективных сечений стальных бескаркасных арочных покрытий по Еврокоду / Д.А. Жданов, В.П. Уласевич // Строительная наука и техника. – 2013. – № 2(43): Научно-технический журнал. – С. 22–26.
22. Уласевич, В.П. Деформационный расчет бескаркасных арочных покрытий из стальных тонкостенных холодногнутых профилей / В.П. Уласевич, Д.А. Жданов // Вес. Брестск. гос. техн. ун-та. – 2015. – № 1(91): Строительство и архитектура. – С. 66–72.

Материал поступил в редакцию 02.02.16

ZHDANOV D.A., ULASEVICH V.P. Self-Supported Arch-Shaped Roof Structures Made of Cold-Formed Steel Profiles: History, State of the Art, Problems and Prospects for their Application in the Republic of Belarus

Self-supported arched roof structures made of cold-formed steel profiles have been considered and classified in terms of their geometrical and structural peculiarities. The prospects and problems of a much wider use of the roof structures in question in building construction and reconstruction on the territory of the Republic of Belarus have been analysed.

УДК 624.014.001.24 (476.7)

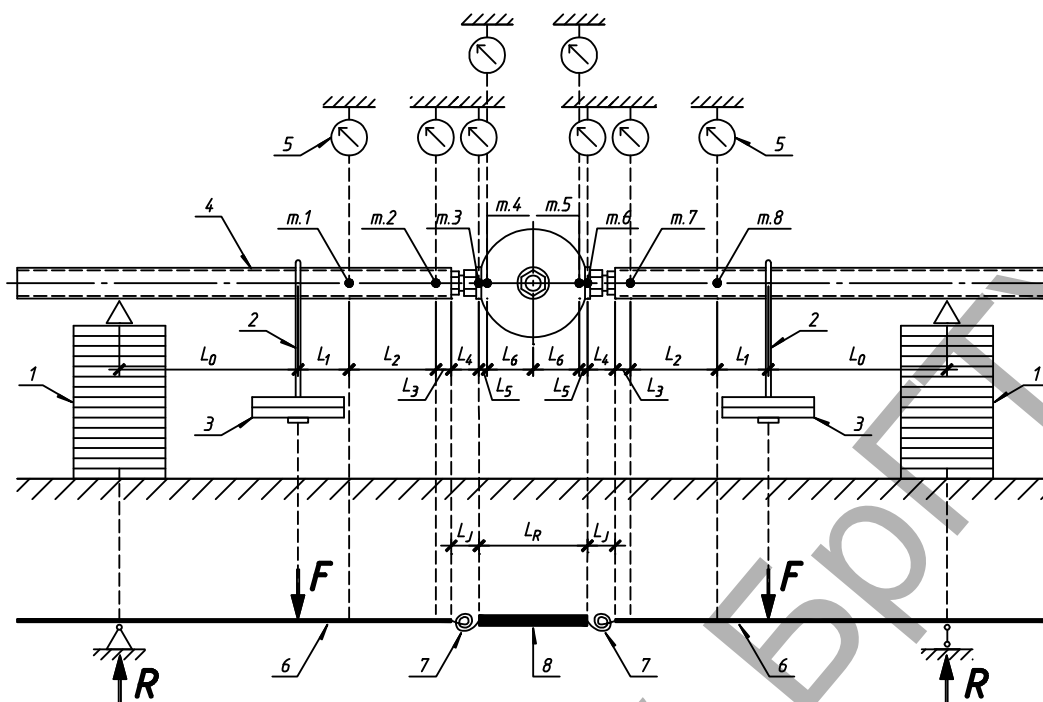
Люстибер В.В.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ УЗЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТРУКТУРНОЙ КОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ «БрГТУ» ПРИ ЗАГРУЖЕНИИ СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗГИБАЮЩИМИ МОМЕНТАМИ

Введение. Структурная конструкция системы «БрГТУ» [1] по принятым конструктивным решениям принципиально отличается от большинства известных систем, но одновременно с этим обладает рядом достоинств, характерных для структур как отдельного класса строительных конструкций [2, 3]. Утверждается [4–6], что структур-

ные конструкции, характеризующиеся высокой степенью статической неопределенности, в зависимости от стержневой схемы, условий опирания, сечений стержней и видов нагрузки могут иметь достаточно высокие показатели резерва несущей способности. Исследования [4, 5], выполненные для структурных конструкций, в которых

Люстибер Вадим Викторович, старший преподаватель кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета
Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.



1 – опора; 2 – подвеска с площадкой; 3 – грузы; 4 – испытываемый фрагмент; 5 – прогибомер; 6 – стержень; 7 – упругая связь, моделирующая работу элементов соединения; 8 – абсолютно жесткое тело

Рис. 1. Принципиальная схема и расчетная модель узлового соединения при испытании на изгиб

предельное состояние достигается в упруго-пластической стадии, рассматриваемой как сочетание упругой работы большинства стержней системы и пластической работы растянутых стержней, достигших напряжений текучести, показали, что возможное увеличение нагрузки в предельном состоянии по сравнению с упругой стадией достигает 13–30%. Более высокие показатели резерва несущей способности структур могут быть выявлены при учете закритической работы сжатых стержней. В частности установлено [6], что значения резерва несущей способности могут варьироваться в пределах: от 1,3 для покрытий, имеющих квадратную сетку и опирающихся на четыре угловые колонны, до 2,0 для покрытий с треугольной поясной сеткой при опирании плиты по контуру.

Одновременно с этим необходимо отметить, что наличие значительного запаса несущей способности не является неотъемлемой и обязательной характеристикой всех структурных конструкций. Например, установлено [7], что структурные конструкции с ортогональной верхней поясной сеткой и диагональной нижней поясной сеткой обладают лишь незначительным запасом несущей способности, а у конструкций с диагональной верхней поясной сеткой и ортогональной нижней поясной сеткой резерв вовсе отсутствует, так как предельной является нагрузка, при которой выпучиваются первые сжатые стержни. Более того, отмечены случаи, когда экспериментальные значения предельных нагрузок оказались ниже теоретических [8].

Таким образом, фактическая несущая способность структурных конструкций в большей степени определяется действительной работой сжатых стержней. Кроме того, при решении задачи по выявлению резервов несущей способности конструкции необходимо иметь полные диаграммы работы сжатых стержней, так как их поведение после потери устойчивости определяет работу структурной конструкции в закритической стадии [9].

Задача по получению полных диаграмм работы сжатых стержневых элементов в составе пространственной конструкции системы «БрГТУ» частично была решена при проведении натурных испытаний фрагментов, изготовленных в натуральную величину [10, 11]. Однако до настоящего времени не были определены жесткостные параметры узловых соединений, наличие которых позволило бы разработать численную модель, учитывающую действительные

конструктивные параметры изучаемой структурной конструкции. Выполненные испытания узловых соединений структурной конструкции системы «БрГТУ» при действии в стержневых элементах только изгибающих моментов позволили приблизиться к решению обозначенной выше проблемы.

Методика испытаний. Испытания узловых соединений на изгиб выполняли на фрагментах, состоящих из одного узлового элемента и двух стержневых элементов, расположенных на одной оси. При сборке фрагментов использовали стержневые элементы из труб сечением $\varnothing 60 \times 4$ мм и узловые элементы 212-M30 и 160-M20 [11]. Опираемость и нагружение каждого фрагмента выполняли таким образом, чтобы его расчетная схема соответствовала схеме однопролетной шарнирно опертой балки, нагруженной двумя сосредоточенными силами с зоной «чистого изгиба» на участке между силами (рис. 1). Нагружение выполняли в вертикальной плоскости с помощью грузов, укладываемых одновременно на площадки двух подвесок, шарнирно закрепленных на каждом стержневом элементе. При этом максимальное значение изгибающего момента было ограничено условием упругой работы материала труб стержневых элементов.

Во время всех испытаний была произведена как минимум одна полная разгрузка фрагмента с последующим его нагружением. Определение вертикальных перемещений контрольных точек фрагмента выполняли с помощью прогибомеров 6-ПАО с ценой деления шкалы 0,01 мм: показания прогибомеров 1, 2, 4, 5, 7, 8 использовали для построения экспериментальной зависимости «изгибающий момент-угол поворота», а показания прогибомеров 3, 4, 5, 6 – для установления факта скольжения наружных шайб по поверхности сферы.

Результаты испытаний. Результаты испытаний представлены в виде экспериментальных зависимостей «изгибающий момент – угол поворота». По построенным деформированным схемам фрагмента на различных этапах нагружения было установлено, что деформированная схема фрагмента соответствует схеме, показанной на рисунке 2. Следовательно, угол поворота торцевого сечения стержневого элемента относительно оси полой сферы:

$$\theta_{ji} = \theta_i \pm \theta_s - \theta_t, \quad (1)$$

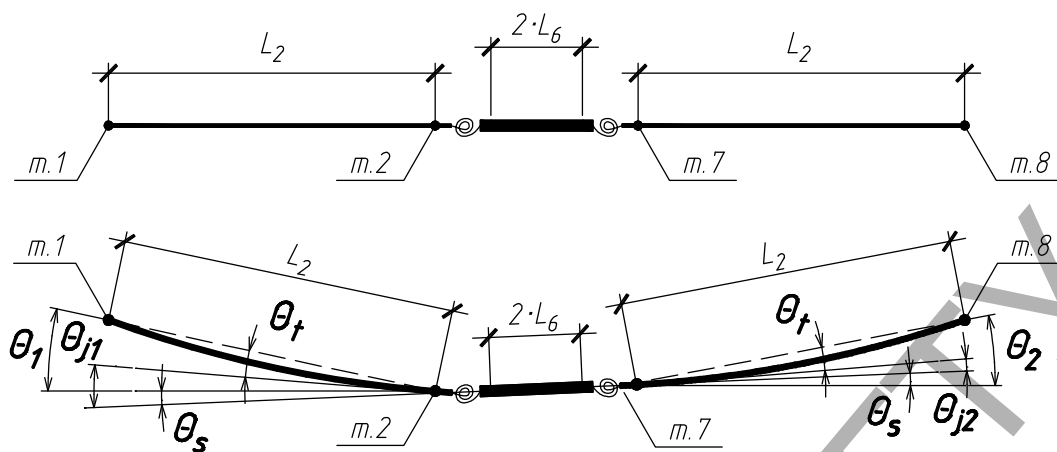


Рис. 2. К определению углов поворота

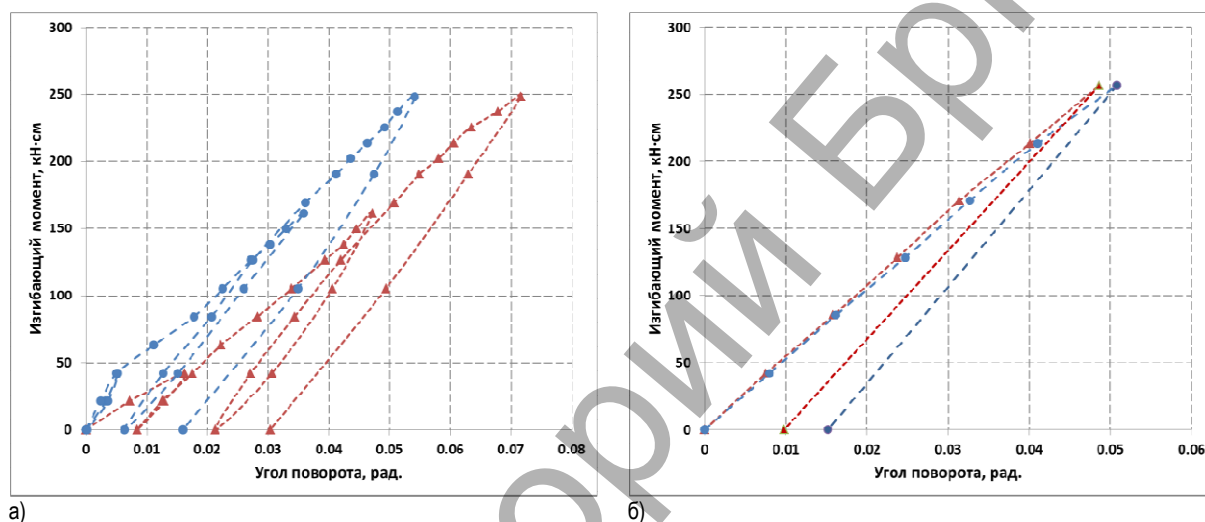


Рис. 3. Экспериментальные зависимости для соединений фрагментов 212-M30-I (а) и 212-M30-II (б)

где θ_{ji} – угол между касательной к изогнутой оси i -го стержня и осью абсолютно жесткого тела;

θ_j – угол между горизонталью и линией, соединяющей контрольные точки i -го стержня, вычисленный по показаниям прогибомеров;

θ_s – угол поворота абсолютно жесткого тела относительно горизонтали с учетом знака;

θ_t – угол между касательной к изогнутой оси стержня и прямой, соединяющей контрольные точки.

Для узлового элемента 212-M30 было испытано два номинально одинаковых фрагмента: 212-M30-I и 212-M30-II. Фрагмент 212-M30-I, начиная с первого этапа нагружения, работал несимметрично (рис. 3а). При этом жесткость одного из соединений была ниже жесткости второго более чем в 3 раза. Можно предположить, что в первом соединении между стенкой отверстия и стержнем болта имелся некоторый зазор. Теоретически этот зазор должен был выбраться при малейшем приложении нагрузки в результате поворота болта относительно центра сферы. Однако, с учетом того, что при натяжке болта по поверхностям контакта между шайбами и сферой возникают силы трения, свободный поворот болта был не возможен. Таким образом, значительную разницу в значениях жесткостей соединений можно объяснить именно существованием зазора между стержнем болта и стенкой отверстия в одном из соединений.

Зависимости «изгибающий момент – угол поворота» фрагмента 212-M30-II практически совпадали (рис. 3б), а значения остаточных деформаций оказались существенно ниже одноименных деформаций

первого фрагмента, где для одного из соединений они составили более 40% от полных деформаций.

Деформированная схема фрагмента с узловым элементом 160-M20 практически на протяжении всего испытания, за исключением нескольких последних этапов нагружения, оставалась симметричной. Оба соединения включились в работу сразу после приложения нагрузки без каких-либо значительных смещений и поворотов. Линейная зависимость между изгибающим моментом и углом поворота сохранялась до уровня нагрузки, составляющей приблизительно 42% от ее максимального значения. Однако уже с первого этапа нагружения в соединениях развивались остаточные деформации.

В определенный момент в одном из соединений начало проявляться более существенное, чем в другом соединении снижение жесткости, которое сохранялось до окончания испытания (рис. 4). Проведение испытания прекратили из-за невозможности дальнейшего нагружения: из-за развития значительных деформаций фрагмента площадки с грузами оперлись на силовой пол. По этой же причине не удалось довести до разрушения болты, в которых на последних этапах испытания развивались значительные пластические деформации. При тщательном осмотре узлового соединения было установлено, что даже несмотря на значительные деформации болтов на свободных участках между силовой гайкой и контргайкой трещины не образовались (рис. 5).

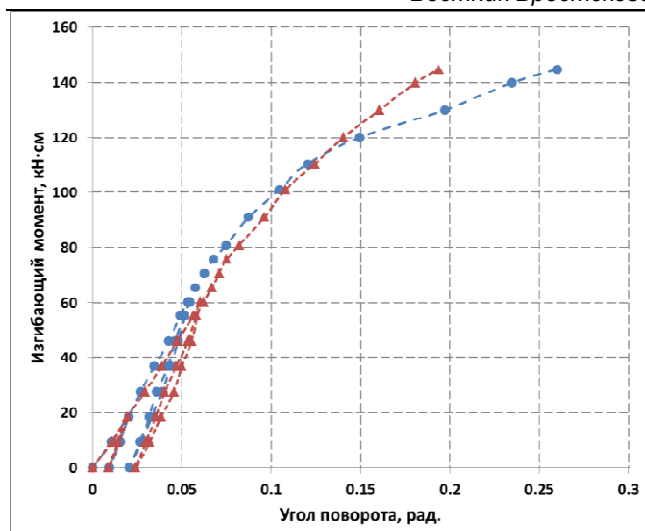


Рис. 4. Экспериментальные зависимости для соединений фрагмента с узловым элементом 160-M20

Начальные жесткости соединений, полученные из экспериментальных зависимостей, сведены в таблицу 1. Рекомендуемые изгибные жесткости определены как среднее арифметическое начальных изгибных жесткостей для соответствующего соединения. Значение жесткости соединения М30-1 при вычислении рекомендуемого значения соединения М30 не учитывалось. В таблице 1 также даны предельные значения изгибающих моментов, после достижения которых, изгибные жесткости соединений уменьшались.

Следует отметить, что начальные жесткости соединений, имеющих одинаковые конструктивные параметры, отличаются более чем в 1,5 раза. Таким образом, ввиду конструктивных особенностей исследуемой структурной конструкции даже при номинально одинаковых начальных параметрах и условиях (геометрические и прочностные характеристики, условия монтажа) может быть получена значительная разница в выходных параметрах (жесткость соединения). В этом важное отличие узлового соединения структурной конструкции системы «БрГТУ» от классических решений узловых соединений стальных конструкций, где одинаковые конструктивные параметры будут обеспечивать достаточно близкие значения начальной жесткости соединения [12, 13].

Особенно следует отметить, что область применения полученных результатов не ограничивается их возможным использованием в качестве исходных данных для составления численной модели. Более важным является то, что они позволяют получить картину качественного изменения формы деформирования стержня, работающего в составе пространственной системы.

Любой стержень рассматриваемой пространственной системы в

действительности является стержнем с упруго закрепленными против угловых поворотов концами. Наибольший интерес представляет поведение упруго закрепленного сжатого стержня в стадии развития упругопластических деформаций. Рассмотрим работу такого стержня, учитывая следующие допущения:

- стержневой элемент изначально имел начальную погибь, поэтому при его монтаже произошел поворот болтов в отверстиях сфер узловых элементов, то есть при приложении нагрузки стержень подвергается внецентренному сжатию;
- стержень имеет одинаковые жесткости упругих закреплений на обоих концах и искривляется по части дуги синусоиды.

В упругой стадии работы расстояние между смежными точками перегиба изогнутой оси стержня превышает действительную длину стержня. При появлении в стержне пластических деформаций жесткость его понижается, и расстояние между смежными точками перегиба начинает сокращаться быстрее.

Можно сказать, что до критического состояния происходит принудительное деформирование стержня, продольной силой и концевыми изгибающими моментами. Эти концевые моменты частично воспринимаются упругими закреплениями на концах стержня и частично самим стержнем, то есть

$$M_{sup} = M_t + M_j, \quad (2)$$

где M_{sup} – полный внешний момент в опорном сечении стержня;

M_t – изгибающий момент на конце стержня;

M_j – момент, воспринимаемый упругим закреплением и равный

$$M_j = r_j \cdot \theta_j, \quad (3)$$

где r_j – жесткость упругого закрепления;

θ_j – угол поворота конца стержня.

При потере устойчивости стержня при постоянной сжимающей силе происходит его отклонение от достигнутого состояния равновесия, за счет которого его концы дополнительно поворачиваются на некоторые углы $\Delta\theta_j$. За счет этих поворотов в упругих закреплениях возникают дополнительные изгибающие моменты, поэтому момент в упругом закреплении становится равным

$$M_j^{cr} = r_j \cdot \theta_j + r_j \cdot \Delta\theta_j. \quad (4)$$

С другой стороны, внешний изгибающий момент при этом отклонении остается неизменным. Следовательно, изгибающий момент, передающийся на стержень, уменьшится и станет равным

$$M_t^{cr} = M_t - r_j \cdot \Delta\theta_j. \quad (5)$$

Увеличение прогибов стержня при одновременном уменьшении концевых моментов приводит к образованию в пределах длины стержня точек перегиба.



Рис. 5. Узловой элемент 160-M20 после полной разгрузки фрагмента

Таблица 1. Значения изгибных жесткостей соединений

Фрагмент	Соединение	Начальная изгибная жесткость, кН·см/рад	Рекомендуемая изгибная жесткость, кН·см/рад	Предельный изгибающий момент, кН·см
1	2	3	4	5
160-M20	M20-1	1088	1032	60,3
	M20-2	976		
212-M30-I	M30-1	3308	5041	202,2
	M30-2	4642		
212-M30-II	M30-3	5336		
	M30-4	5146		

Таким образом, для рассматриваемого стержня можно выделить две характерные формы деформирования. С начала нагружения при постепенном возрастании нагрузки первоначальная форма деформации, качественно не изменяясь, претерпевает определенные количественные изменения: расстояния между точками перегиба постепенно уменьшаются. В критическом состоянии равновесия стержня вследствие его потери устойчивости происходит качественное изменение характера деформирования.

Возвращаясь к вопросу о возможной области применения полученных результатов, отметим, что они могут быть использованы не только для теоретических исследований, но и при анализе результатов испытаний. Выше было установлено, что изгибные жесткости соединений, имеющих одинаковые конструктивные параметры, могут существенно отличаться. Следовательно, при исследовании устойчивости сжатых стержневых элементов структурной конструкции системы «БрГТУ» необходимо учитывать влияние не только начальной погиби стержневого элемента, внутренних напряжений в трубчатой части и начальные эксцентриситеты приложения нагрузки, но и изменчивость жесткости соединений.

Заключение. Результаты выполненных испытаний представлены в виде:

- экспериментальных зависимостей «изгибающий момент - угол поворота» для соединений структурной конструкции системы «БрГТУ»;
- рекомендуемых значений изгибных жесткостей соединений структурной конструкции системы «БрГТУ».

Кроме того, установлено, что при одинаковых конструктивных параметрах соединений структурной конструкции системы «БрГТУ» начальные изгибные жесткости этих соединений могут отличаться более чем в 1,5 раза.

Представленные выше результаты получены впервые и могут быть использованы при разработке численной модели структурной конструкции системы «БрГТУ», учитывающей действительные жесткости узловых соединений. Наличие такой модели будет способствовать успешному решению задачи по определению действительной несущей способности отдельных элементов и пространственной конструкции в целом. Также полученные результаты будут весьма полезны при выполнении экспериментальных исследований работы сжатых элементов и натурных фрагментов структурной конструкции системы «БрГТУ».

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Узел соединения полых стержней пространственного каркаса: пат. 2489 Респ. Беларусь, Е04В 1/58/ В.И. Драган, А.А. Левчук, Н.Н. Шалобыта, В.Н. Пчелин; заявитель Брестский гос. ун-т. –

№20050458, заявл. 21.07.2005; опубл. 28.02.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 1. – С. 194.

2. Драган, В.И. Перекрытия в ажуре. Структурные плиты на основе металлических каркасов для спортивных объектов на примере металлической пространственной конструкции системы «БрГТУ» / В.И. Драган, В.В. Люстибер // Мастерская. Современное строительство. – 2009. – №1(58). – С. 38–43.
3. Файбишенко, В.К. Экспериментально-теоретические исследования перекрестно-ребристых конструкций квадратных в плане при различных вариантах опирания: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.23.01 / В.К. Файбишенко. – М.: МарХИ, 1967. – 32 с.
4. Бегун, Г.Б. Исследование некоторых вопросов статистического расчета и предельных состояний структурных плит: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.23.01 / Г.Б. Бегун. – М.: ЦНИИСК, 1973. – 18 с.
5. Зуева, И.И. Возможные пути повышения эффективности структурных конструкций / И.И. Зуева // Промышленное и гражданское строительство. – 2011. – № 7(2). – С. 15–17.
6. Замалиев, Ф.С. Предельные состояния стальных структурных конструкций: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.23.01 / Ф.С. Замалиев. – М.: МИСИ, 1977. – 17 с.
7. Saka, T. Buckling Behavior of Square-and-Diagonal Double-Layer Grid / T. Saka, Y. Taniguchi // J. Struct. Eng. – 1994. – Vol. 120, № 4. – P. 1088–1102.
8. Schmidt, L.C. Space trusses with brittle type strut buckling / L.C. Schmidt, P.R. Morgan, J.A. Clarkson // J. Struct. Div. – 1976. – Vol. 102, № ST7. – P. 1479–1492.
9. Schmidt, L.C. A method for space truss analysis in the post-buckling range / L.C. Schmidt, B.M. Gregg // Int. J. for Num. Methods in Engng. – 1980. – Vol. 15. – P. 237–247.
10. Драган, В.И. Особенности работы структурных металлических конструкций системы «БрГТУ» / В.И. Драган, В.В. Люстибер // Вестник Брест. гос. тех. ун-та. Строительство и архитектура. – 2008. – №1(49). – С. 80–86.
11. Люстибер, В.В. Работа сжатых стержней системы «БрГТУ» в пределах и за пределами упругих деформаций / В.В. Люстибер // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке кадров: сб. науч. тр., Брест, 28–30 мая 2009 г.: в 3 ч. / Брест. гос. тех. ун-т; редкол.: Т.М. Пецольд [и др.]. – Брест, 2009. – Ч. 1. – С. 126–133.
12. Aggarwal, A.K. Moment-Rotation Characteristics of Bolted Beam-Column Connections / A.K. Aggarwal, R.C. Coates // J. Constr. Steel Res. – 1986. – Vol. 6, № 4. – P. 303–318.
13. Davison, J.B. Rotational stiffness characteristics of steel beam-to-column connections / J.B. Davison, P.A. Kirby, D.A. Nethercot // J. Constr. Steel Res. – 1987. – Vol. 8. – P. 17–54.

Материал поступил в редакцию 01.02.16

LYUSTIBER V.V. Pilot studies of work of nodal connections of the structural design of the BrSTU system of pri zagruzhennii of rod elements as the bending moments

The results of tests of fragments of the spatial structure of BrSTU system with rods subjected to bending are presented in this article. During the experimental studies the moment-rotation curves are received that determine the stiffness of fixing the rods at the joints. The values of flexural rigidity are calculated which are to be used in the development of the numerical model of the spatial structure.