

УДК 69.032.22:69.05

В. В. ГУБАНОВ, Л. Н. ХАЛЯВКА

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ИЗМЕНЕНИЕ НДС КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ В ПРОЦЕССЕ МОНТАЖА

Аннотация. Было исследовано явление конструктивной нелинейности высотного здания в процессе его возведения, которое заключается в изменении расчетной схемы. Проведен анализ напряженно-деформированного состояния элементов при всех стадиях возведения и стадии эксплуатации. Для анализа результатов расчета построены и проанализированы графики изменения усилий в элементах каркаса здания.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, конструктивная нелинейность, многоэтажные здания, металлические конструкции.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Процесс возведения высотного здания достаточно длителен, и учет стадийности формирования конструкций может привести к значительным изменениям параметров напряженно-деформированного состояния [2]. Сопротивление внешним воздействиям металлических элементов зданий имеет характерные особенности, значительно усложняющие моделирование конструкций при расчете несущих систем и их составных частей. Как правило, это наличие большого количества участков с локальным сосредоточением деформаций и возникающая при всех уровнях нагружения конструктивная нелинейность, приводящая к непропорциональному изменению жесткостных характеристик [1].

ЦЕЛЬ

Цель работы – провести сравнительный анализ напряженно-деформированного состояния элементов каркаса здания с учетом последовательности возведения.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Основная идея работы заключается в следующем. Традиционные методы расчета предполагают использование сформированной мгновенно не нагруженной расчетной модели. При этом основные параметры расчетной модели принимаются постоянными, а также действует принцип суперпозиции в отношении нагрузок. Изменение параметров, определяющих напряженно-деформированное состояние основных несущих элементов, в процессе возведения и эксплуатации не может быть проигнорировано при анализе сложных многоэлементных систем, к которым можно отнести высотные здания. Вследствие таких обстоятельств необходим анализ работы конструктивной системы, структура, геометрические и жесткостные параметры которой меняются во времени и пространстве.

В работе исследовался выставочный павильон «Экспо-2017 – Энергия будущего», расположенный в городе Астана, Республика Казахстан. Это 90-метровое сооружение, представляющее собой «Сферу», выполнено из стали и стекла. Сфера диаметром 78 метров имеет 8 уровней. Высота между каждым уровнем – 9 м.

Модель расчетной схемы выставочного павильона «Экспо-2017» (рис. 1) была создана в программном комплексе «Лири-Сапр». Для исследования напряженно-деформированного состояния конструкций были построены 9 расчетных схем последовательности возведения (для каждого уровня с шагом 9 м) и расчетная схема полностью построенного здания.

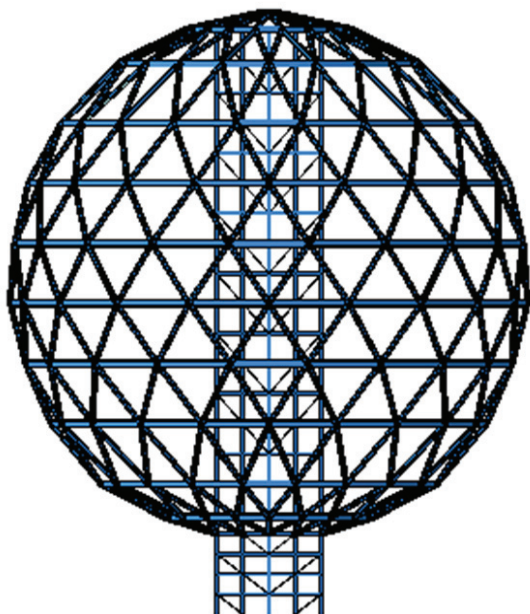


Рисунок 1 – Расчетная схема выставочного павильона «Экспо-2017».

Нагрузки были собраны в соответствии с [3]. Значение снеговой, ветровой и температурных воздействий были взяты из [4]. Были заданы такие нагрузки: собственный вес МК, постоянная нагрузка на перекрытие, ветровая нагрузка, температурные воздействия и снеговая нагрузка.

Анализ результата расчета показал, что при максимальных растягивающих и сжимающих усилиях продольной силы N , для всех видов загрузки (рис. 2а, б), видно что сила возрастает плавно от начала возведения здания до ввода в эксплуатацию.

Если рассматривать результаты расчета отдельного элемента (раскос на 1 уровне монтажа), можно сделать вывод, что при продольных усилиях на действие нагрузки «Собственный вес» максимальные сжимающие усилия возрастают плавно (рис. 3а). При изгибающем моменте под действием ветровой нагрузки (рис. 3б) – элементы на некоторых стадиях монтажа испытывает наибольшее усилие, чем при других стадиях.

Для элемента кольца сферы (1 уровень монтажа) при продольных усилиях под действием нагрузки «Собственный вес» (рис. 4а) и для изгибающих

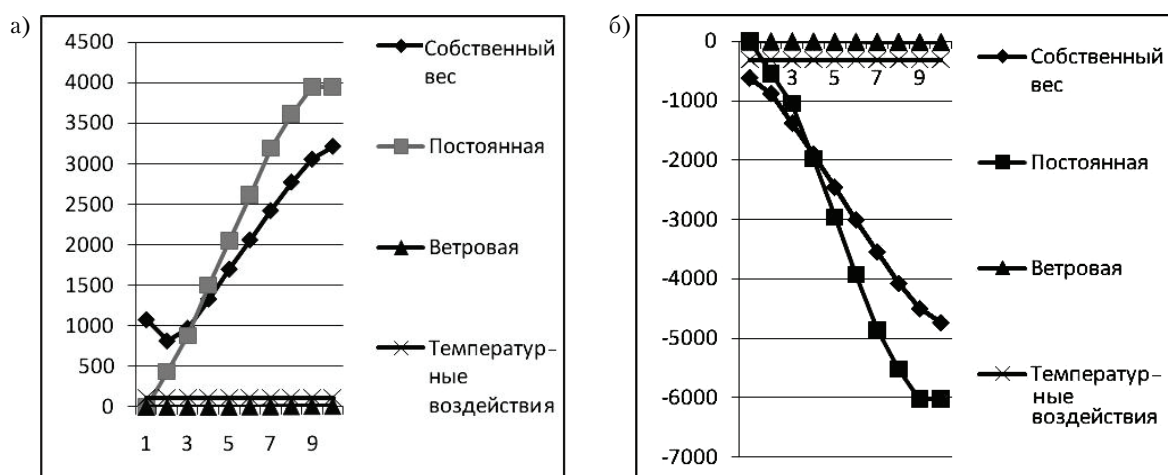


Рисунок 2 – Изменение продольной силы N : а) максимальное растягивающее усилие; б) максимальное сжимающее усилие.

моментах под действием ветровой нагрузки (рис. 4б) происходят неравномерные изменения усилий в элементе.

ВЫВОДЫ

Для конструкции в целом максимальные растягивающие и сжимающие усилия во всех элементах конструкций возрастают плавно от начала возведения до ввода в эксплуатацию, не превышая усилий в полностью сформированной конструкции. Если рассматривать каждый элемент конструктивной системы в отдельности, то элементы на некоторых стадиях монтажа испытывают наибольшие усилия. Это обстоятельство может затруднить процесс возведения всей конструкции, и тогда необходимо временное усиление конструкции в процессе возведения до замыкания конструктивных элементов в единую систему.

Для более точного учета напряженно-деформированного состояния необходимо провести анализ для отдельно взятых элементов конструктивной системы на других уровнях.

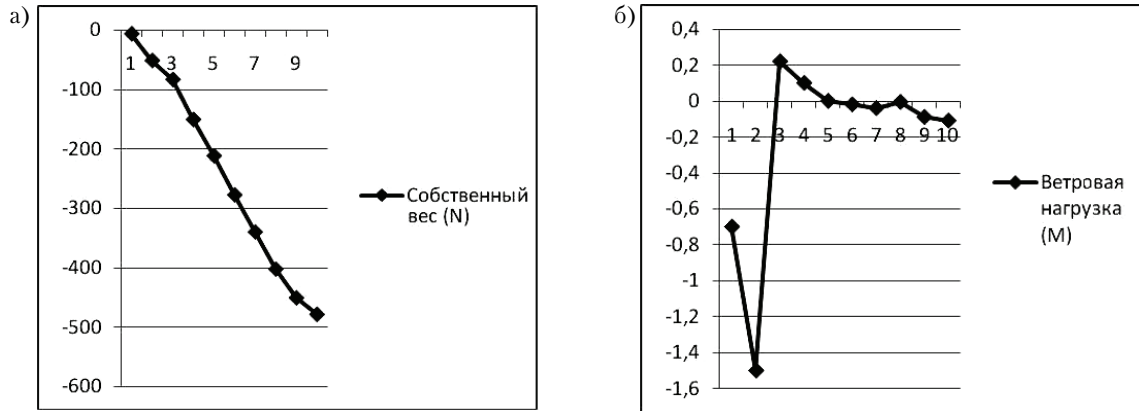


Рисунок 3 – Изменение усилий в раскосе: а) продольные усилия от действия нагрузки «Собственный вес»; б) изгибающий момент от действия ветровой нагрузки.

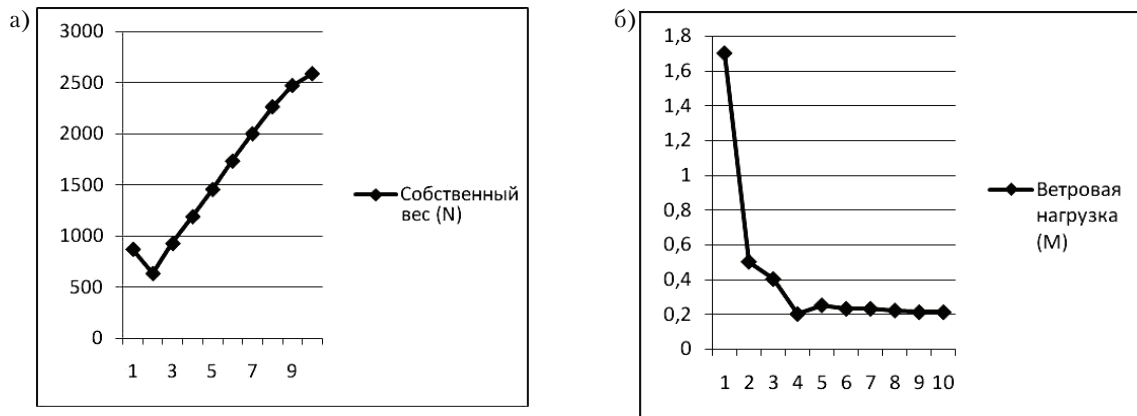


Рисунок 4 – Изменение усилий в элементе кольца сферы: а) продольные усилия от действия нагрузки «Собственный вес»; б) изгибающий момент от действия ветровой нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перельмутер, А. В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа [Текст] / А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер. – Киев : ИАСВ, SCAD Soft, 2001 – 142 с.
2. Колесниченко, В. Г. Расчёт металлических конструкций и приспособлений при производстве монтажных работ [Текст] / В. Г. Колесниченко. – Киев : Будівельник, 1981. – 346 с.
3. СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования [Текст]. – Введ. 1986-07-01. – М. : Госстрой СССР, 1986. – 78 с.
4. СНиП РК 2.04-01-2010 Строительная климатология [Текст]. – Взамен СНиП РК 2.04-01-2001* ; введ. 2010-12-29 / Казахстанский научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт сейсмостойкого строительства и архитектуры. – Республика Казахстан : РГП «Казгидромет», 2010. – 78 с.
5. ДБН В.2.6-163:2010 Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу [Текст]. – Чинні від 2010-01-01. – К. : Мінбуд України, 2010. – 225 с. – (Конструкції будівель і споруд).
6. Беленя, Е. И. Металлические конструкции. Специальный курс [Текст] / Е. И. Беленя, Н. Н. Стрелецкий. – М. : Стройиздат, 1991. – 388 с.
7. Жербин, М. М. Металлические конструкции [Текст] / М. М. Жербин, В. А. Владимирский. – Киев : Вища школа, 1986. – 149 с.
8. Расчет стальных конструкций [Текст] : справ. пособие / Я. М. Лихтарников, Д. В. Ладыевский, В. М. Клыков. – 2-е изд., испр. и доп. – К. : Будівельник, 1984. – 368 с.
9. ГОСТ 8239-72 Сортамент стальных прокатных профилей. Сталь горячекатаная. Балки двутавровые [Текст]. – Введ. 1993-01-01. – М. : ИПК стандартов, 1993. – 6 с.
10. ГОСТ 10704-91 Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент [Текст]. – Взамен ГОСТ 8239-56 ; введ. 1974-01-01. – М. : Госстрой СССР, 1974. – 18 с.

Получено 13.03.2019

В. В. ГУБАНОВ, Л. М. ХАЛЯВКА
ЗМІНА НДС КОНСТРУКЦІЙ ВИСОТНОЇ БУДІВЛІ В ПРОЦЕСІ МОНТАЖУ
ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Було досліджено явище конструктивної нелінійності висотної будівлі в процесі її зведення, яке полягає у зміні розрахункової схеми. Проведено аналіз напружено-деформованого стану елементів при всіх стадіях зведення і стадії експлуатації. Для аналізу результатів розрахунку побудовані і проаналізовані графіки зміни зусиль в елементах каркаса будівлі.

Ключові слова: напружено-деформований стан, конструктивна нелінійність, багатоповерхові будівлі, металеві конструкції.

VADIM GUBANOV, LINA KHALYAVKA
THE CHANGE IN THE STRESS-STRAIN STATE OF STRUCTURES HIGH-RISE
BUILDINGS IN THE INSTALLATION PROCESS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The phenomenon of structural nonlinearity of a high-rise building in the process of its construction, which consists in changing the design scheme, was investigated. The analysis of the stress-strain state of the elements at all stages of construction and stage of operation. To analyze the results of the calculation, graphs of changes in the forces in the elements of the building frame are constructed and analyzed.

Key words: stress-strain state, structural nonlinearity, multi-storey buildings, metal structures.

Губанов Вадим Викторович – доктор технических наук, профессор кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Член международной организации «Институт гражданских инженеров». Научные интересы: теория обслуживания конструкций, действительная работа и техническая диагностика стальных высотных сооружений.

Халявка Лина Николаевна – магистрант кафедры металлические конструкции и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: анализ напряженно-деформированного состояния элементов конструктивной системы уникального высотного сооружения в процессе монтажа.

Губанов Вадим Вікторович – доктор технічних наук, професор кафедри металевих конструкцій і споруд ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Член міжнародної організації «Інститут цивільних інженерів». Наукові інтереси: теорія обслуговування конструкцій, дійсна робота і технічне діагностування сталевих висотних споруд.

Халявка Ліна Миколаївна – магістрант кафедри металевих конструкцій і споруд ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: аналіз напружено-деформованого стану елементів конструктивної системи унікальної висотної споруди в процесі монтажу.

Gubanov Vadim – D. Sc (Eng.), Professor; Metal Structures and Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. A member of the international organization «Institute of Civil Engineer». Scientifics interests: theory of structural maintenance, behavior and refurbishment of high-rise steelworks.

Khalyavka Lina – Master's student, Metal Structures and Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientifics interests: analysis of stress-strain state of structural system elements of a unique high-rise structure during installation.