

Исследование напряженно-деформированного состояния узлов несущих конструкций агрегатов стартовых комплексов при задании граничных условий в виде перемещений

77-48211/541741

02, февраль 2013

Дружинина М. Ю., Ульяненков А. В.

УДК 629.198.22

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

Nocturnus_lupus@mail.ru

Ded_avu@mail.ru

Агрегаты стартовых комплексов, как правило, представляют собой пространственную сварную ферменную металлоконструкцию. При проектировании таких сложных конструкций особенно актуален вопрос оценки их жесткостных и прочностных характеристик. Для этой цели на кафедре СМ8 разработан и многие годы успешно используется программный комплекс SADAS, позволяющий производить моделирование и расчет методом конечных элементов пространственных конструкций на статические и динамические воздействия.

Моделирование общей прочности сложных конструкций невозможно без ряда упрощений, снижающих размерность решаемой задачи. Полученные таким образом модели дают возможность оценить напряженно-деформированное состояние конструкции в целом и выявить наиболее нагруженные узлы. Для расчета на прочность таких узлов целесообразно использовать специальные математические модели, отражающие их реальную геометрию и имеющие более густую сетку трехмерных конечных элементов. В качестве исходных данных для расчета таких моделей используются результаты расчёта конструкции в целом, а именно перемещения элементов конструкции, примыкающих к рассматриваемому узлу, либо внутренние силовые факторы, возникающие в этих элементах. В результате расчетов могут быть получены поля нормальных и касательных напряжений в узлах модели. Анализ результатов таких расчетов узлов конструкции позволяют более обоснованно оценить не только прочность элементов рассматриваемого узла, и соединений этих узлов (сварных, болтовых и т.д.).

Рассмотрим расчет местной прочности на примере башни обслуживания (БО), испытывающей статическое нагружение в виде совокупности сил веса и нескольких внешних сил, приложенных к верхнему уровню конструкции. В качестве исходных данных для расчета используются перемещения узловых точек.

Модель БО (см. рис. 1) представляет собой ферменную конструкцию, состоящую из квадратных труб, выполненные из стали 10Г2С, по ГОСТ 8639-82 «Трубы стальные квадратные». А именно, ветви БО имеют сечение 80х4 мм, а стойки и раскосы – 50х3.5 мм.

Условия нагружения представляют собой нагрузку от сил веса и две сдвигающие силы в направлении оси X и равные по 17500 Н каждая, приложенные к верхним узлам модели (см. рис. 2).

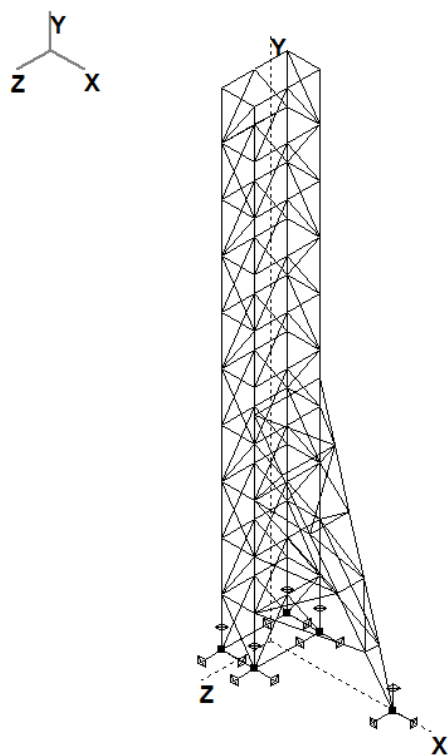


Рис. 1. Расчетная модель БО

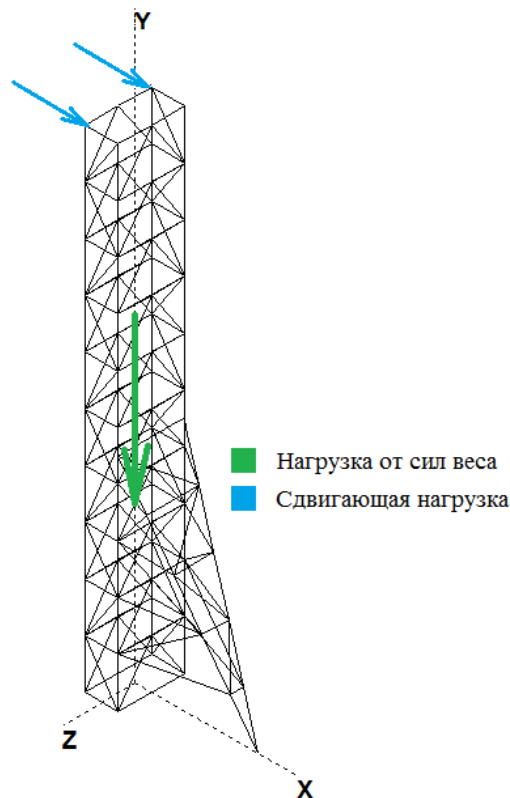


Рис. 2. Схема нагружения

Расчет общей прочности был произведен в ПК SADAS. В результате расчета при выбранном варианте нагружения были получены распределение коэффициентов запаса в модели БО, приведенные на рис. 3 в виде цветовой карты, а также вид деформированного состояния представленный на рис. 4. Минимальное значение коэффициента запаса равно 1.202 (см. рис. 5), что является критическим и приводит к необходимости проверки местной прочности этого узла модели.

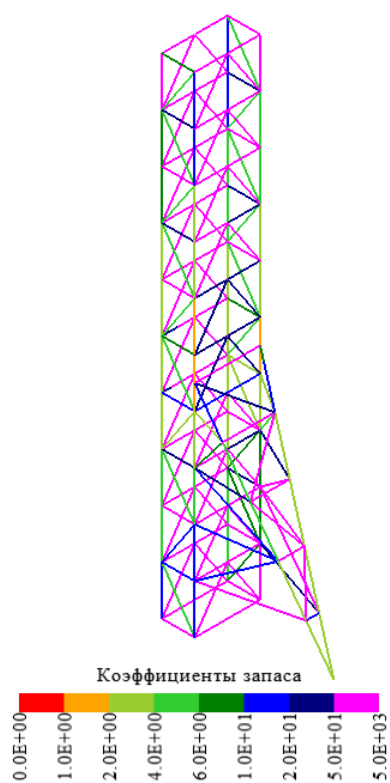


Рис. 3. Коэффициенты запаса

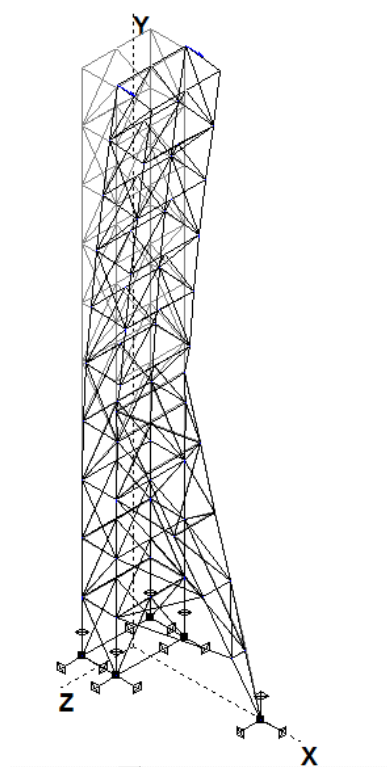


Рис. 4. Деформированное состояние

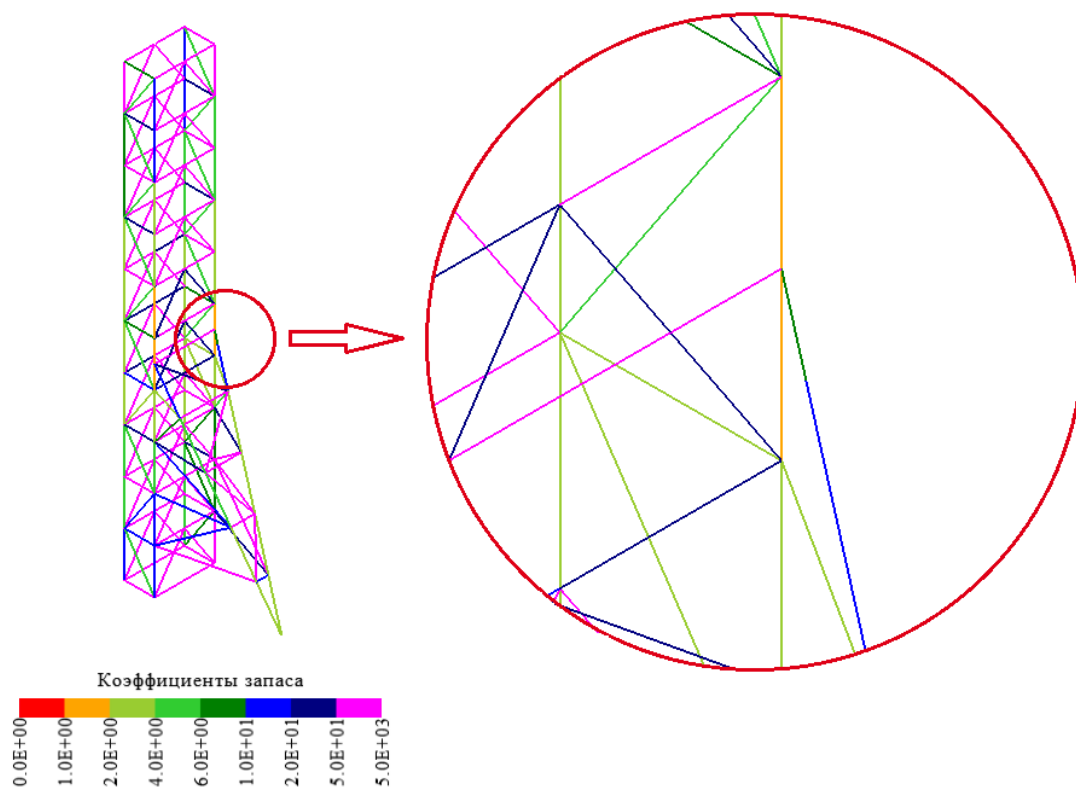


Рис. 5. Область с минимальным коэффициентом запаса

Исследование местной прочности указанного узла модели БО начинаем с создания трехмерной модели в ПК ANSYS 13 (см. рис. 6 и 7). Для прочностного анализа создается сетка конечных элементов с приоритетом гексагональных элементов путем автоматического разбиения (см. рис. 8). Исходными данными для расчета местной прочности являются перемещения узлов, приведенные в таблице 1, получаемые из расчета общей прочности в ПК SADAS. Эти перемещения задаются в качестве граничных условий для расчета модели местной прочности рассматриваемого узла конструкции.

Таблица 1 Перемещения узлов модели общей прочности, м

№ узла	№	Q_x	Q_y	Q_z	Q_{fx}	Q_{fy}	Q_{fz}
76	A	0,0044	-0,0063	0,0004	-0,0001	0,0005	-0,0035
77	B	0,0177	-0,0074	0,0005	0,0001	0,0002	-0,0132
78	C	0,0045	-0,0055	0,0005	-0,0001	0,0005	0,0035
79	D	0,0044	-0,0074	0,0002	-0,0002	0,0008	0

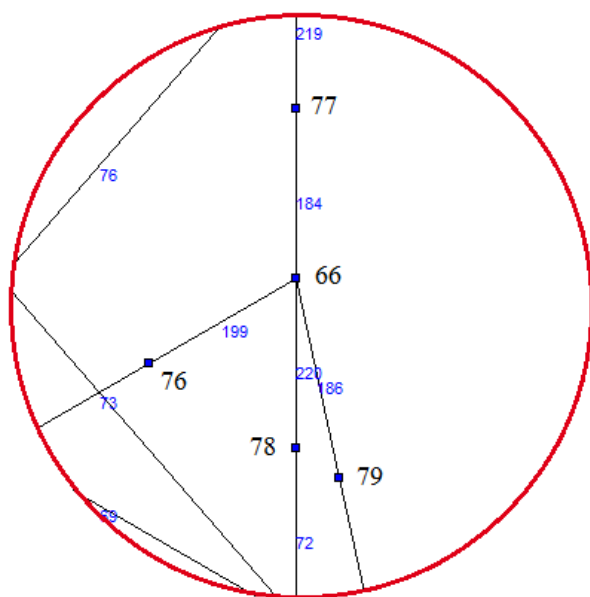


Рис. 6. Область узла в модели общей прочности

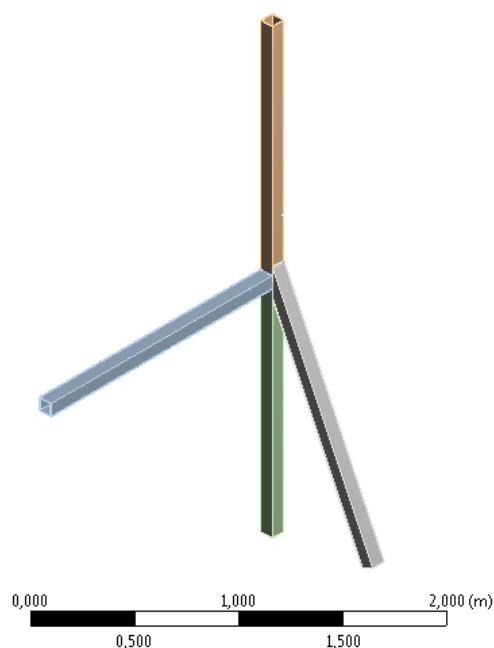


Рис. 7. Модель местной прочности



Рис. 8. Конечноэлементная сетка узла

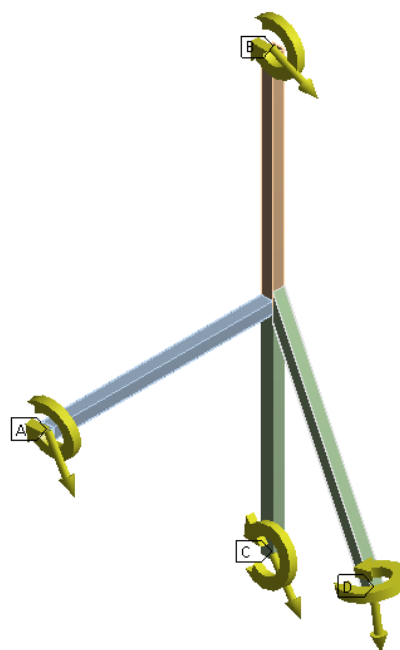


Рис. 9. Граничные условия

В результате статического расчета в ПК ANSYS была получена картина распределения коэффициентов запаса в модели конструкции. На рис.10 приведена подробная информация о коэффициентах запаса в исследуемой области.

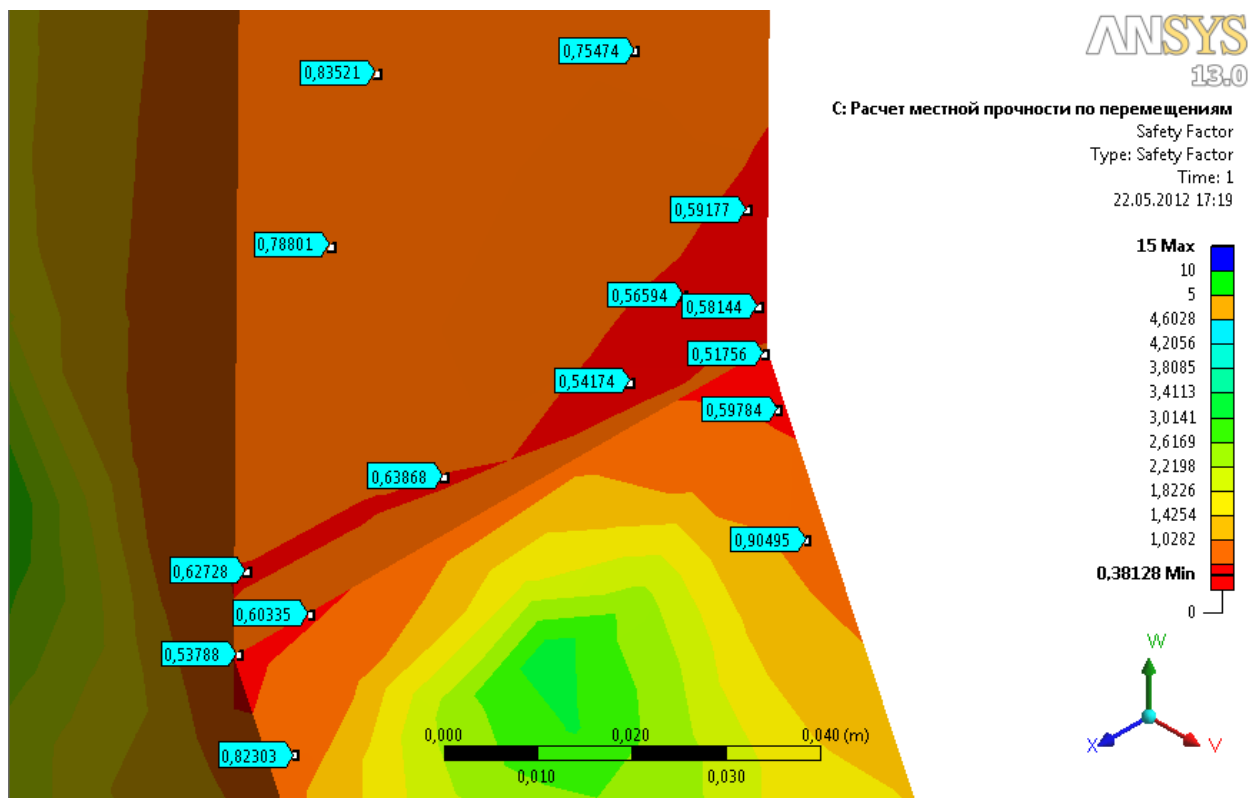


Рис. 10. Коэффициенты запаса в районе опасного участка модели

Анализ полученных результатов показал, что величина минимального коэффициента запаса в модели составляет 0,52. Кроме этого, на рис. 10 видно, что область модели, где коэффициент запаса ниже допускаемого значения 1,2 весьма велика и, следовательно, конструкция рассматриваемого узла нуждается в усилении.

В таблице 3 приведены результаты расчета перемещений центрального узла модели, полученные в моделях общей прочности конструкции БО и местной прочности рассматриваемого узла. Сравнение полученных результатов показывает их незначительное различие, что позволяет говорить о достоверности расчета напряжений в модели местной прочности.

Таблица 2 Перемещения центрального узла, мм

<i>Направление</i>	<i>Расчет общей прочности</i>	<i>Расчет местной прочности по перемещениям</i>
X	3,59	3,85
Y	-6,43	-6,02
Z	0,44	0,38

Выводы

Расчет общей прочности башни обслуживания показал, что в конструкции башни имеется узел с критическим значением коэффициента запаса. На основании этих данных был произведен статический расчет трехмерной модели узла в ПК «ANSYS 13.0», где в качестве граничных условий были заданы перемещения, полученные в расчете общей прочности.

Анализ результатов расчета местной прочности узла конструкции при задании граничных условий в виде перемещений узлов выявил области с коэффициентом запаса ниже допускаемого значения и необходимость конструктивного усиления узла башни обслуживания.

Список литературы

1. Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Учебное пособие / В.А. Бруйка, В.Г. Фокин, Е.А. Солдусова, Н.А. Глазунова, И.Е. Адвянов. – Самара: Самарский государственный технический университет, 2010. – 271 с.: ил.
2. ANSYS для инженеров: Справочное пособие / Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. – М.: Машиностроение-1, 2004. – 512 с.