

Исследование напряженно-деформированного состояния узлов несущих конструкций агрегатов стартовых комплексов путем встраивания подробной модели в модель, созданную для расчета общей прочности

09, сентябрь 2014

Дружинина М. Ю., Ульяненков А. В., Бошняк В. А.

УДК: 629.198.22

Россия, МГТУ им. Баумана

margarita.druginina@gmail.com

Известно, что агрегаты стартовых комплексов – это уникальные сложные конструкции, имеющие большие габариты. Опыт проектирования таких конструкций показывает, что для полноценной оценки их напряженно-деформированного состояния, необходимо проведение расчетов прочности как конструкции в целом (общая прочность), так и прочности отдельных ее узлов (местная прочность). В работе [1] показано, что такую оценку целесообразно проводить в два этапа: расчет общей прочности конструкции в целом и расчет местной прочности ее отдельных узлов и соединений.

Расчет общей прочности предполагает моделирование конструкции с использованием относительно простых конечных элементов (стержней, пластин). Для расчета местной прочности потребуется более подробная модель, учитывающая все конструктивные особенности рассматриваемого узла. Анализ этой модели, являющейся частью модели агрегата в целом, можно проводить одним из трех способов [1], показанных на рис.1.



Рис.1. Методы расчета местной прочности

Как видно из рис.1, отдельный расчет местной прочности узла конструкции предполагает задание граничных условий, либо в виде перемещений, либо в виде силовых факторов. Числовые значения для необходимых граничных условий должны быть взяты из расчета общей прочности конструкции в целом. Примеры использования этих двух способов и обсуждение полученных результатов можно найти в работах [2,3]. В настоящей работе рассмотрен пример исследования местной прочности узла конструкции методом встраивания его подробной модели в модель конструкции в целом.

В качестве примера, как и в работах [2,3], принята гипотетическая башня обслуживания (БО), представляющая собой ферменную конструкцию, состоящую из квадратных труб по ГОСТ 8639-82 «Трубы стальные квадратные». А именно, ветви БО имеют сечение 80х4 мм, а стойки и раскосы – 50х3,5 мм. Принятая модель БО приведена на рис.2. Модель БО нагружена силами веса от ее элементов и двумя сдвигающими силами в направлении оси X и равными по 17500 Н каждая, приложенными к верхним узлам модели (рис.3).

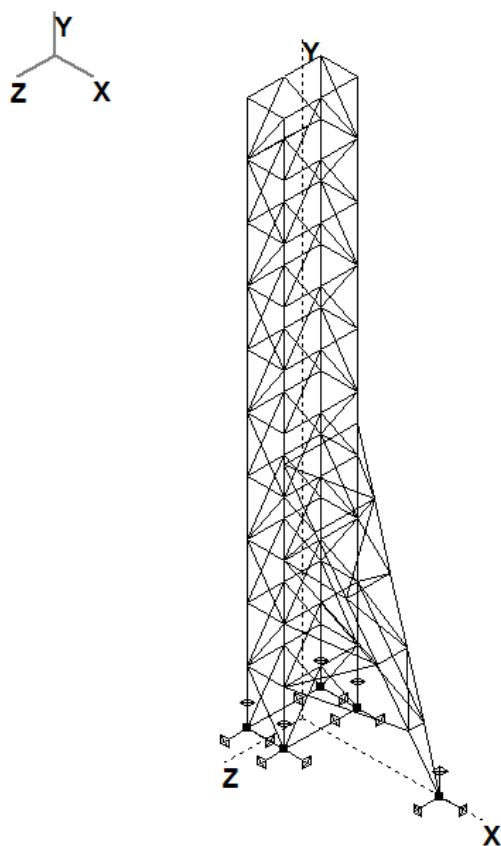


Рис.2. Расчетная модель БО

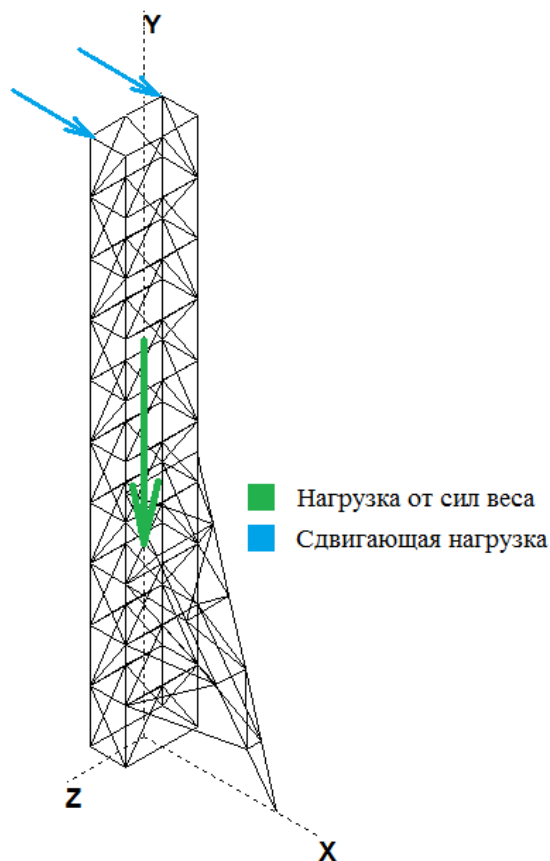


Рис.3. Схема нагружения

Расчет общей прочности был произведен в программном комплексе (ПК) SADAS. В результате расчета при выбранном варианте нагружения было получено распределение коэффициентов запаса в модели БО, приведенное на рис.4 в виде цветовой карты. Мини-

мальное значение коэффициента запаса равно 1,202, что является критическим и приводит к необходимости проверки местной прочности этого узла модели.

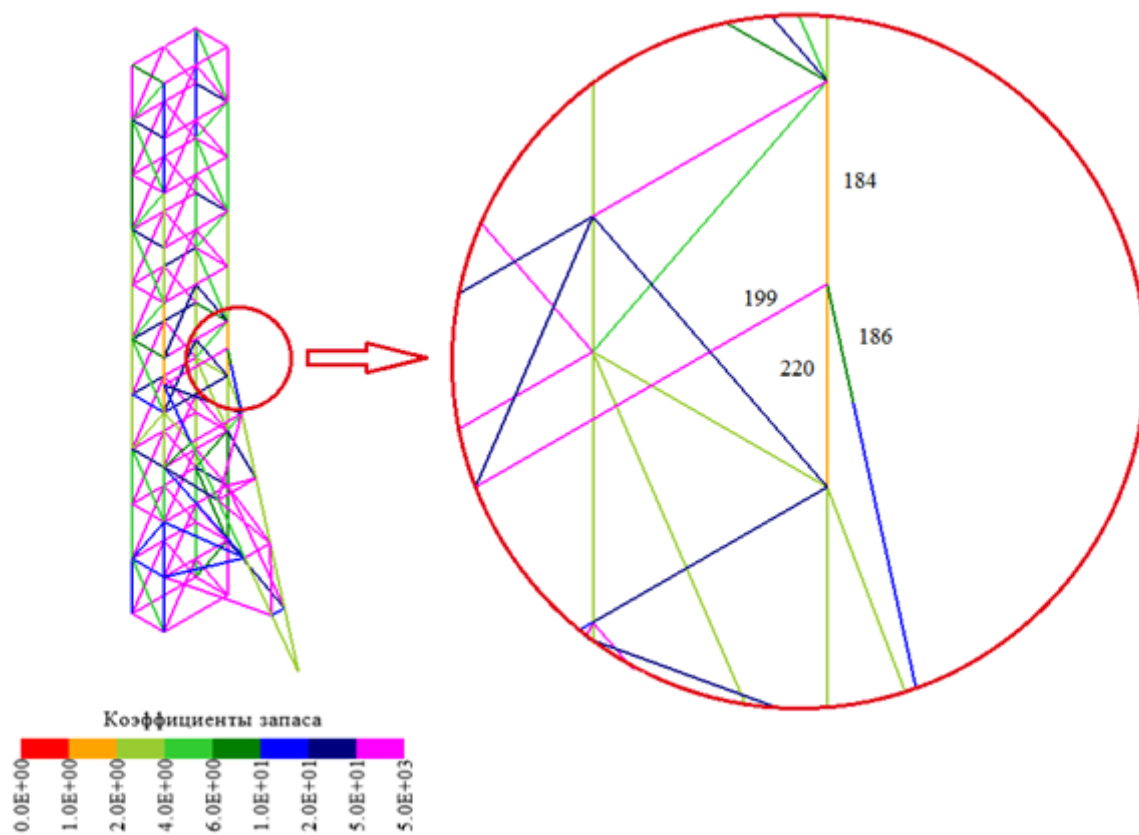


Рис.4. Распределение коэффициентов запаса и область с минимальным значением коэффициента запаса в расчете общей прочности

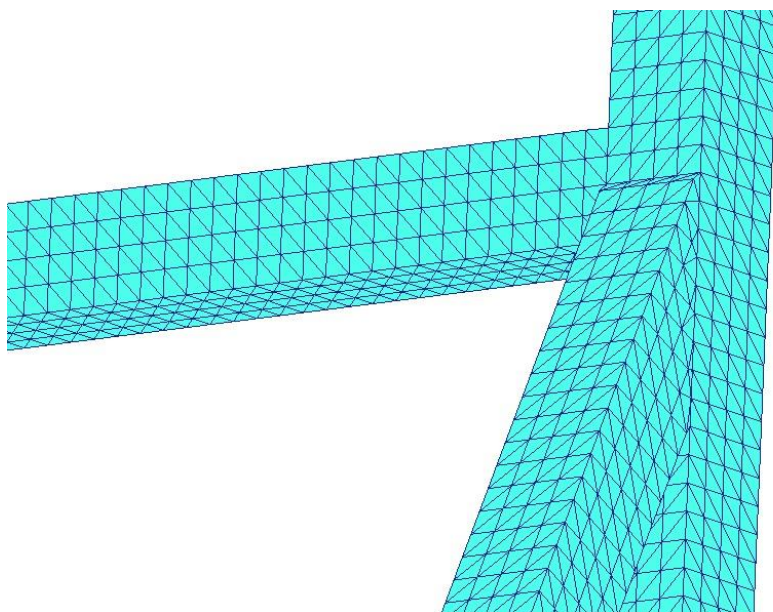


Рис. 5. Место стыковки стержневой модели местной прочности

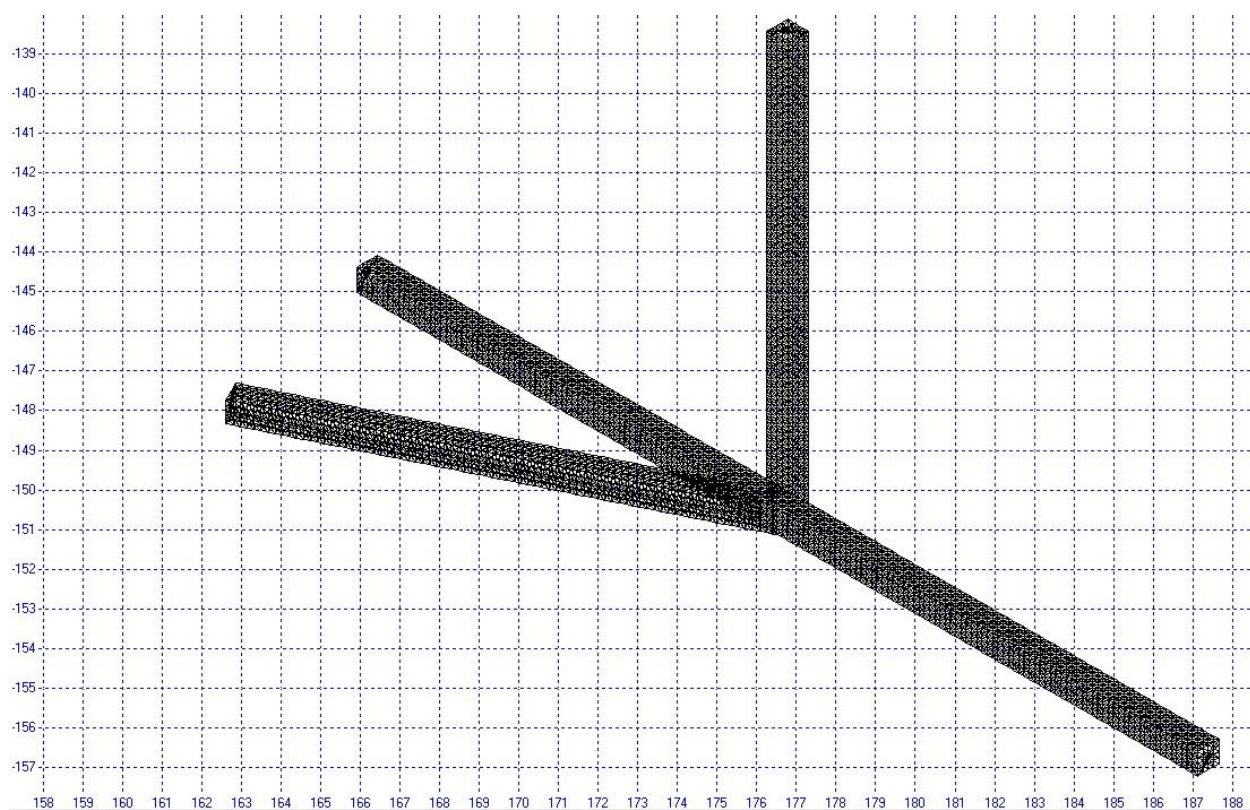


Рис. 6. Модель для расчета местной прочности

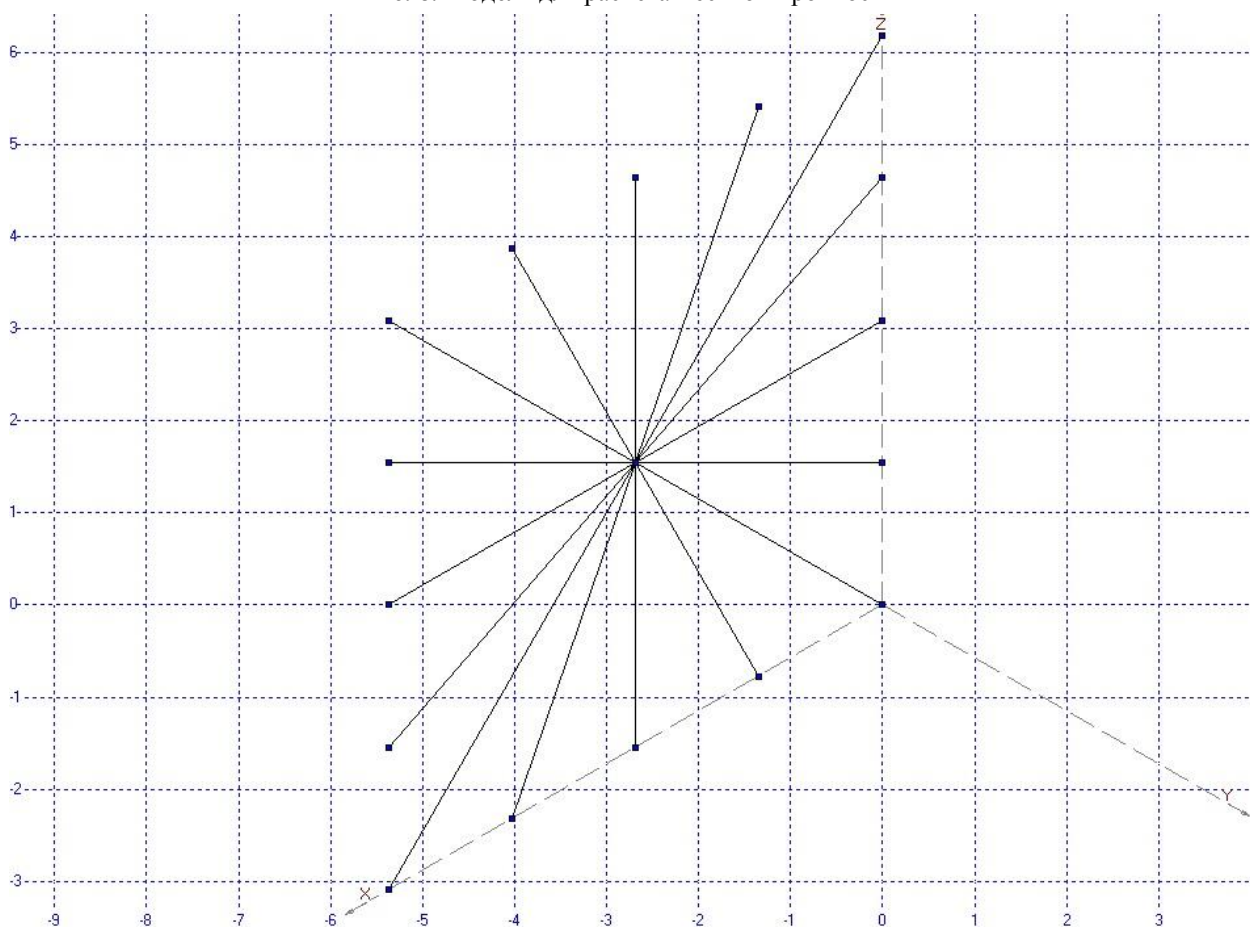


Рис. 7. Стержневой элемент для стыковки моделей

Для расчета местной прочности методом встраивания необходимо создать «подробную» модель, которая в дальнейшем будет являться составной частью всей конструкции в целом. Как видно из рис.2, расчетная схема конструкции БО представлена стержневыми КЭ, а рассматриваемый узел решено моделировать пластинчатыми КЭ. Полученная пластинчатая модель узла приведена на рис. 5, 6. Конечные элементы, используемые в данной модели, представляют собой треугольные пластины с максимальным размером катета 0,019 м.

Поскольку исходная модель конструкции БО представляет собой стержневую конструкцию, а «подробная» модель узла создана из пластинчатых КЭ, необходимо создать дополнительные элементы в местах их стыковки. В данном анализе в качестве такого элемента выступает стержневая конструкция (рис. 7). Она помогает реализовать переход от одного типа КЭ к другому. Параметры стержней позволяют считать их невесомыми и «абсолютно» жесткими.

Окончательная модель БО со встроенной моделью исследуемого узла приведена на рис. 8.

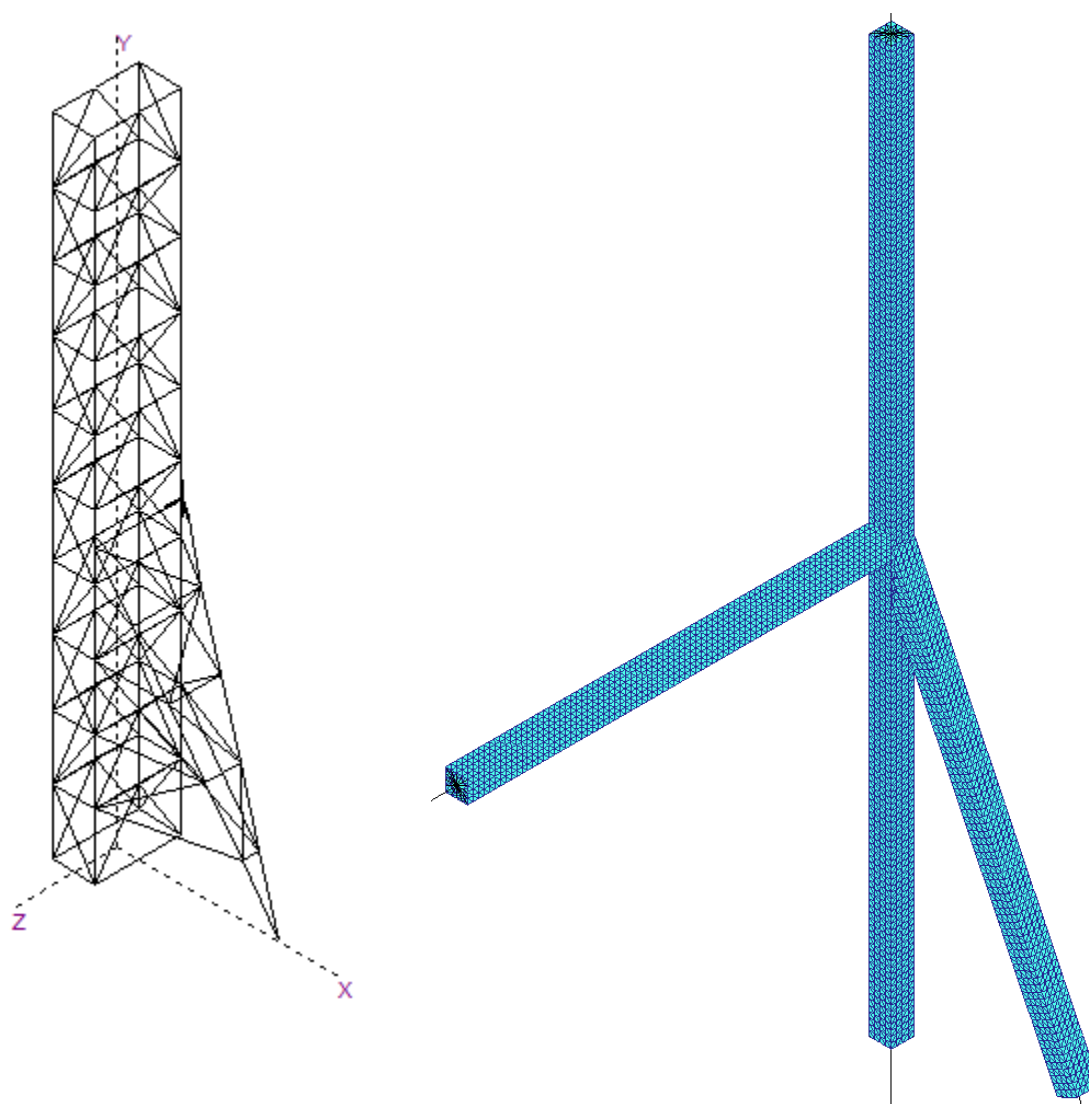


Рис. 8. Модель БО со встроенной моделью узла

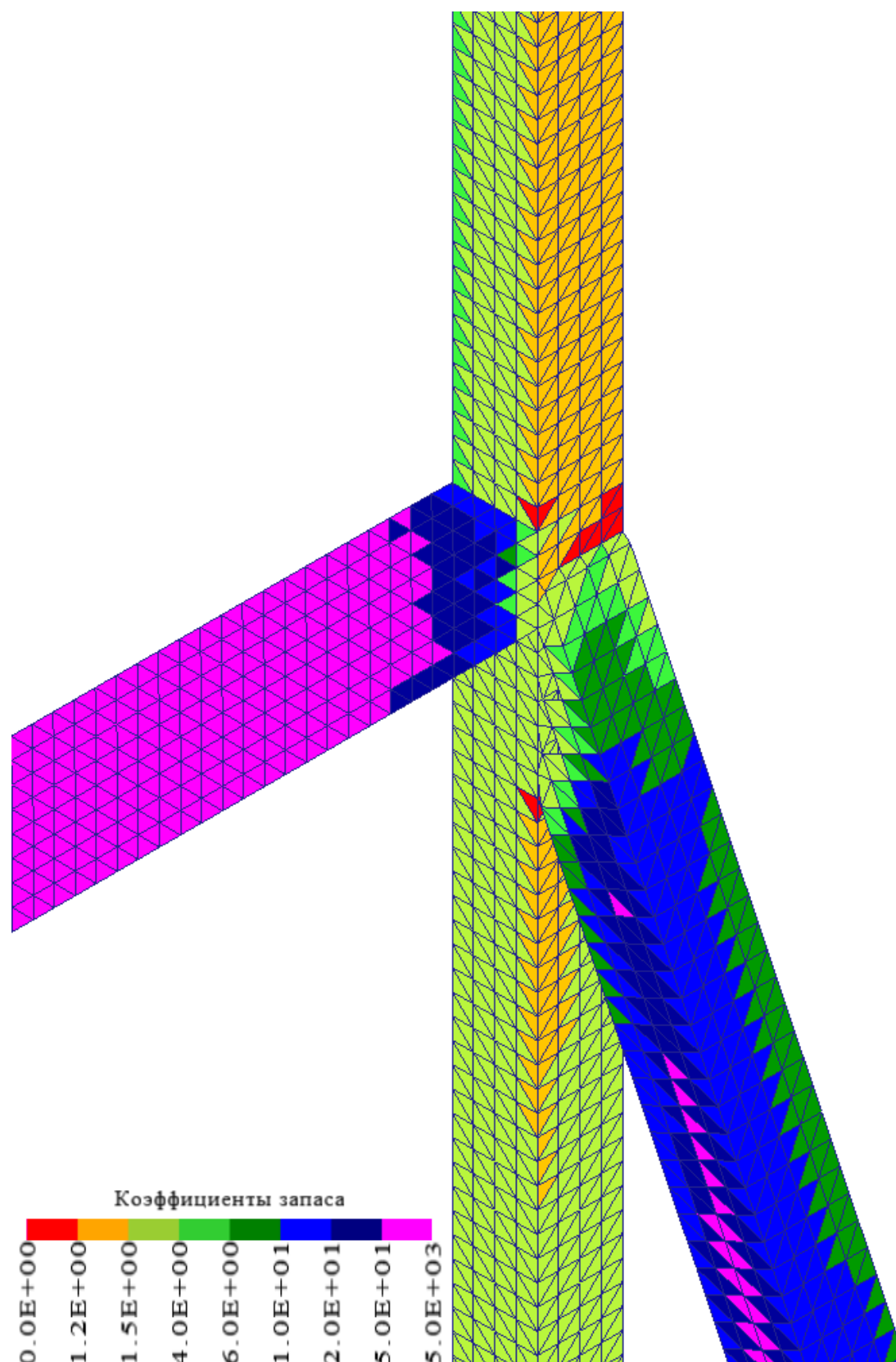


Рис. 9. Эпюра распределения коэффициентов запаса в исследуемом узле

В результате расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) измененной конструкции были получены значения коэффициентов запаса в КЭ опасного участка, распределение которых в модели приведено на рис.9. Значение минимального коэффициента запаса составляет величину 0,86.

Проведенный анализ местной прочности исследуемого узла конструкции показал, что в нем имеются участки с коэффициентами запаса меньше критического и требуется конструктивное усиление узла. На рис. 10 приведены картины распределения коэффициентов запаса по элементам конструкции БО до и после встраивания подробной модели исследуемого узла. Там можно видеть, что введение встроенной модели узла не изменило распределение коэффициентов запаса в тех элементах конструкции, которые не модифицировались. В то же время встроенная подробная пластинчатая модель позволяет более обосновано судить о прочности рассматриваемого узла.

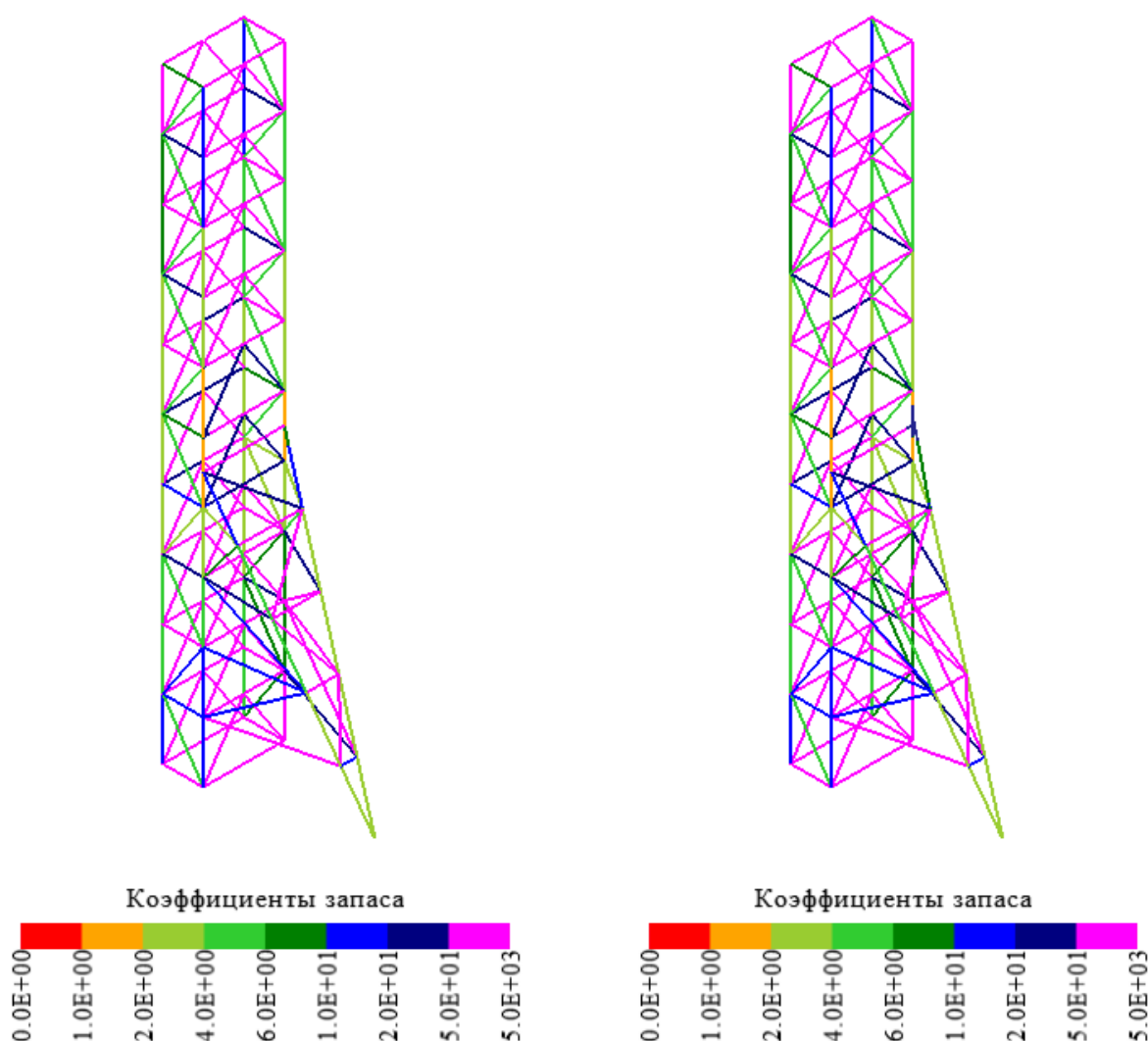


Рис. 10. Распределение коэффициентов запаса модели БО до и после встраивания «подробной» модели узла

Список литературы

1. Дружинина М. Ю. Моделирование местной прочности ответственных узлов несущих конструкций агрегатов стартовых комплексов // Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н. Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. №09.
2. Дружинина М. Ю., Ульяненок А. В. Исследование напряженно-деформированного состояния узлов несущих конструкций агрегатов стартовых комплексов при задании граничных условий в виде перемещений // Инженерный вестник. МГТУ им. Н. Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. №02.
3. Дружинина М. Ю., Ульяненок А. В., Бошняк В. А. Исследование напряженно-деформированного состояния узлов несущих конструкций агрегатов стартовых комплексов при задании граничных условий в виде внутренних силовых факторов // Инженерный вестник. МГТУ им. Н. Э. Баумана. Электрон. журн. 2014. №04.