

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ СТАЛЬНОЙ ДВУТАВРОВОЙ БАЛКИ ПОД МОСТОВОЙ КРАН ТЯЖЕЛОГО РЕЖИМА РАБОТЫ

Хазова А.А., Платунова А.К.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, г.Нижний Новгород

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, усталостная долговечность, число конечных элементов, анализ напряженного состояния.

Аннотация. Проведено сравнение расчетных моделей по деформативности и по нормальным напряжениям в стенке балки. Проанализировав результаты, доказано, что даже значительное увеличение числа конечных элементов не привело к качественному уточнению возникающих перемещений. При анализе напряженного состояния показано, что различие по локальным напряжениям, возникающим около опор и непосредственно под приложенной нагрузкой, составляет 72%.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE SETTLEMENT SCHEMES OF A STEEL I-BELT UNDER THE BRIDGE CRANE OF HEAVY OPERATING MODE

Khazova A.A., Platunova A.K.

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, Nizhny Novgorod

Keywords: stress-strain state, fatigue life, umber of finite elements, stress state analysis.

Abstract. Comparison of calculated models for the deformability and normal stresses in the beam wall is carried out. After analyzing the results, it is clear that even a significant increase in the number of finite elements did not lead to a qualitative refinement of the resulting displacements. When analyzing the stress state, it is shown that the difference in local stresses arising near the supports and directly under the applied load is 72%.

В данной работе представлено исследование напряженно-деформированного состояния реальной подкрановой балки мартеновского цеха предприятия ОАО «Выксунский металлургический завод». Изучаемая балка пролетом 16,5м (рис.1) предназначена под кран грузоподъемностью 180т.

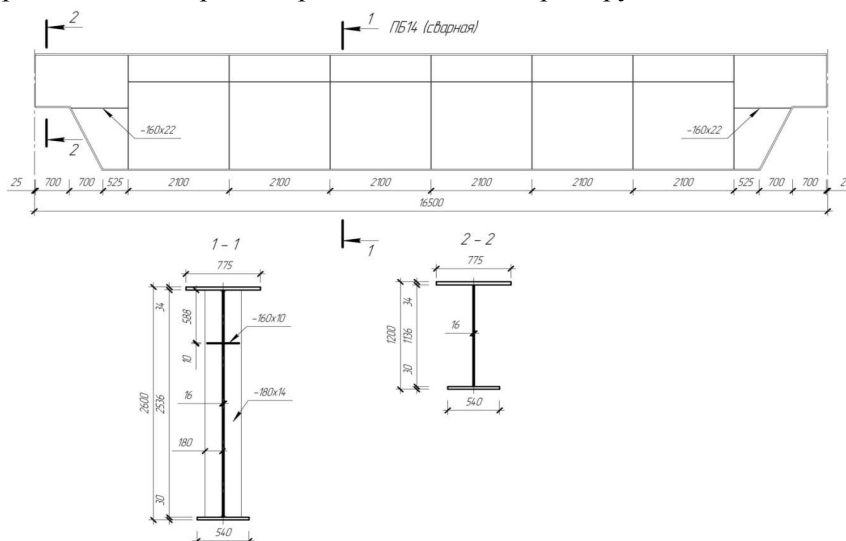


Рис. 1. Геометрическая схема подкрановой балки

Специалистами кафедры металлических конструкций ННГАСУ были выполнены натурные обследования изучаемой балки с последующими расчетами ее прочности и усталостной долговечности. В результате натурального обследования были выявлены многочисленные трещины в районе соединения стенки балки с верхним поясом.

После проведения расчетов подкрановой балки согласно действующим нормам были выявлены следующие неудовлетворительные результаты:

- не выполняется проверка подкрановой балки на выносливость от одного мостового крана наибольшей грузоподъемности в данной зоне;
- не выполняется проверка стенки подкрановой балки на выносливость.

Таким образом, при удовлетворительной прочности подкрановой балки не выполняются требования по ее усталостной долговечности.

Для изучения реального напряженно-деформированного состояния балки были созданы 3 расчетных модели с использованием четырехугольных пластинчатых конечных элементов, близких к квадратам. Первичная конечно-элементная разбивка, необходимая для сходимости узлов, приведена на рис.2.

Для отображения реальной нагрузки, передающейся через подкрановый рельс КР-170, была получена эпюра вертикальных напряжений, возникающих на верхней полке балки (рис. 3).

Расчетные модели выполнялись с последовательным уменьшением размера конечного элемента. В первой расчетной модели размер стороны конечного элемента близок к 100мм, во второй – 50мм, в третьей – 25мм (рис. 4).

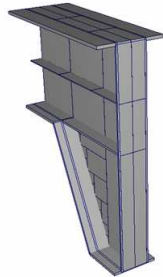


Рис. 2. Первичная конечно-элементная разбивка

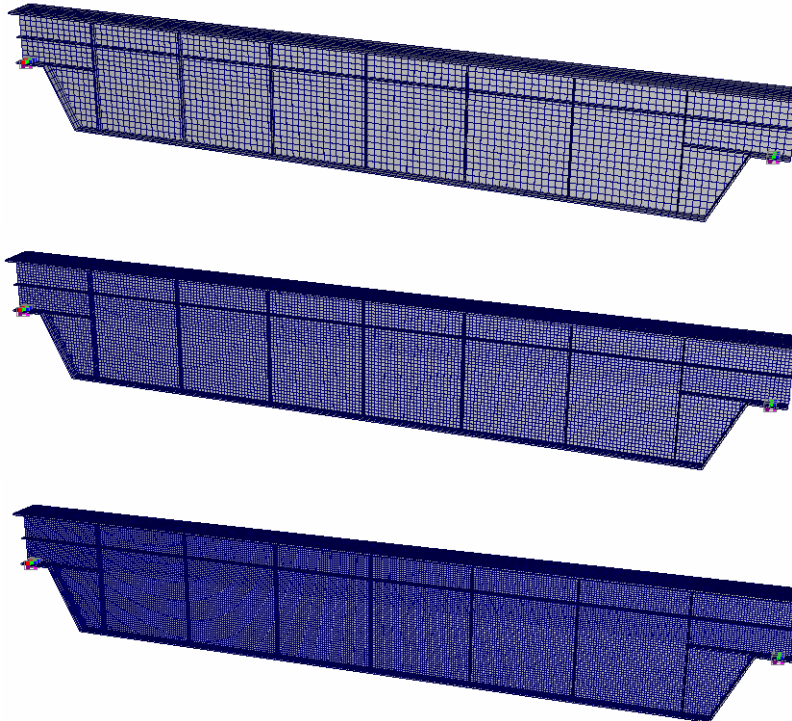


Рис. 4. Расчетные схемы подкрановой балки с различными размерами конечных элементов

Из-за отличия в числе конечных элементов для линейного расчета каждой схемы потребовалось разное количество времени. Для расчета первой схемы – 48 сек, для расчета второй схемы – 2 мин, для расчета третьей схемы – 6мин.

После выполнения линейного расчета проведено сравнение представленных расчетных моделей по деформативности (рис.5) и по нормальным напряжениям в стенке балки (рис.6).

Из результатов сравнения видно, что даже значительное увеличение числа конечных элементов не привело к качественному уточнению возникающих перемещений.

При анализе же напряженного состояния видно, что различие по локальным напряжениям, возникающим около опор и непосредственно под приложенной нагрузкой, составляет 72%. Эти локальные напряжения на второй и третьей расчетных схемах превышают значения расчетного сопротивления стали усталости, и располагаются именно в тех точках, в которых наблюдаются усталостные трещины в реальной балке.

Значения напряжений в точках, значительно удаленных от возбуждающего фактора, достаточно близки, все они меньше предела текучести, что подтверждено расчетом прочности балки.

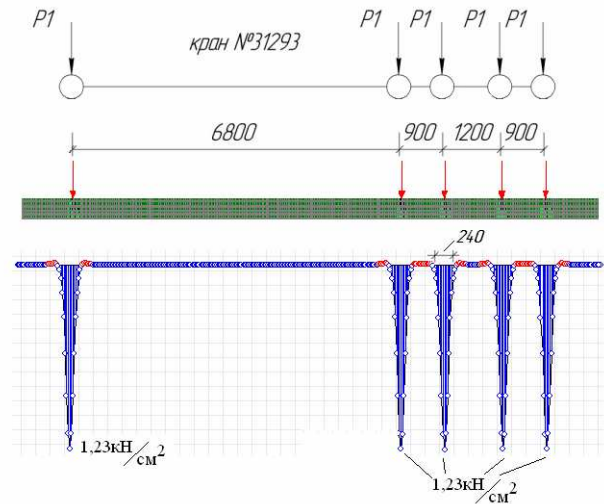


Рис. 3. К определению нагрузки на подкрановую балку

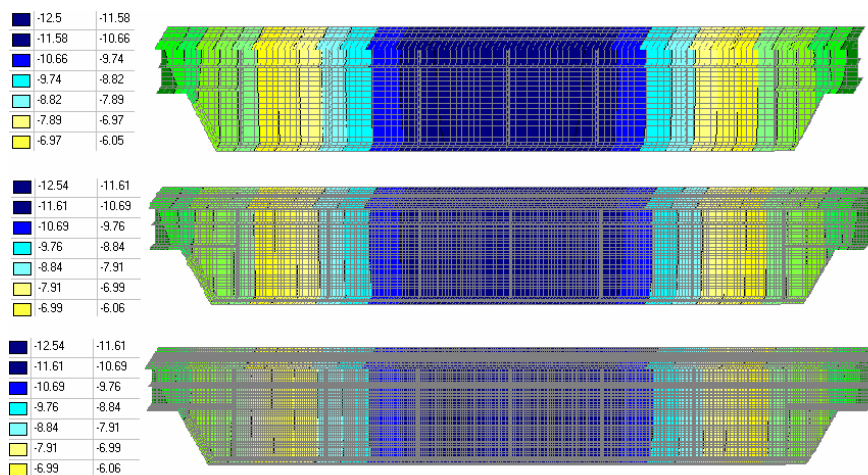


Рис. 5. Сравнение расчетных схем подкрановой балки по деформативности

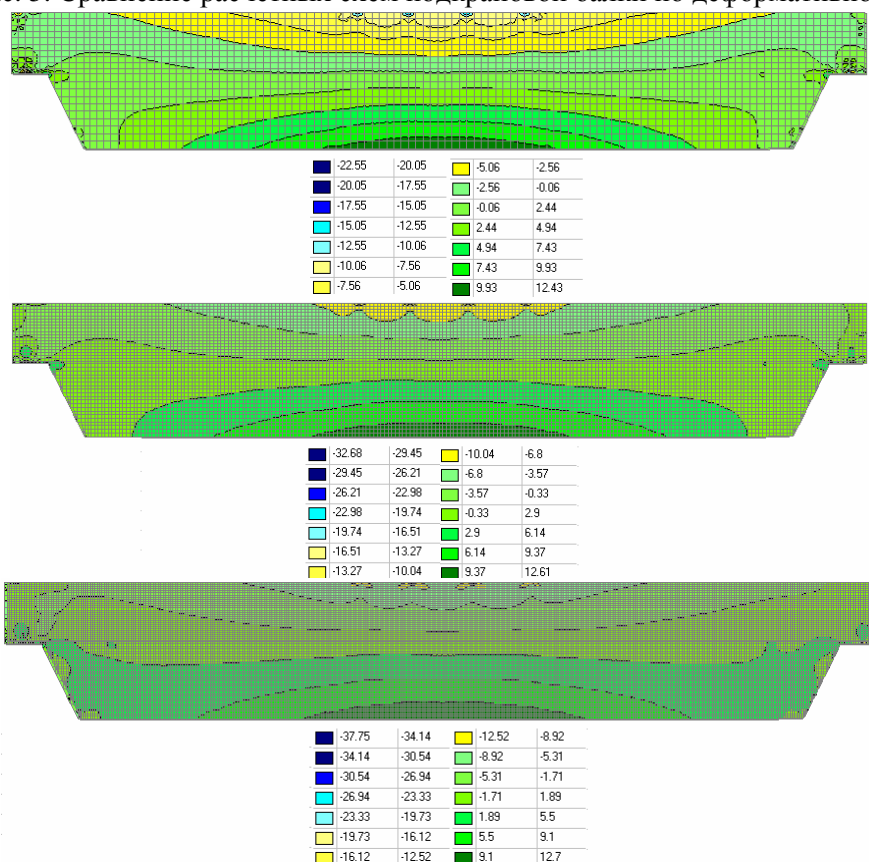


Рис. 6. Сравнение нормальных напряжений в стенке подкрановой балки

Выводы

1. Значительное увеличение числа конечных элементов не всегда приводит к увеличению точности расчета.

2. Для уменьшения времени расчета не обязательно использование регулярной сетки конечных элементов малого размера, достаточно увеличить число конечных элементов в зонах локальных возбуждающих факторов, сохраняя при этом размеры конечных элементов в удаленных точках.

Список литературы

1. Беленя Е.И. Металлические конструкции: Общий курс: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1998. –760с.
2. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции: утв. Минрегион России 28.08.2017: взамен СНиП II – 23 – 81*.– М.: Минрегион России, 2017. – 174 с.

Сведения об авторах:

Хазова Александра Алексеевна – студент направления «Строительство уникальных зданий и сооружений», ННГАСУ, г. Нижний Новгород;

Платунова Анастасия Константиновна – студент направления «Строительство уникальных зданий и сооружений», ННГАСУ, г. Нижний Новгород.