

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА В РАСЧЕТЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ НА ПРОЧНОСТЬ

Горелов С.Н., Кондуров Н.К.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

CAD/CAE системы гражданского и промышленного назначения в наше время имеют широкое распространение. Конструирование с помощью компьютера (англ. Computer-Aided Engineering, CAE) — использование специального программного обеспечения для проведения инженерного анализа прочности и других технических характеристик компонентов и сборок, выполненных в системах автоматизированного проектирования (CAD). В отечественной индустрии наряду с CAE используется термин системы инженерного анализа. Своевременное использование инженерных расчетов позволяет существенно сократить затраты на опытные образцы, снизить издержки и устранить риски. В самых распространенных системах инженерного анализа подход к расчетам конструкций базируется на широко известном численном методе – методе конечных элементов (МКЭ). Его преимущество перед методом предельных состояний заключается в повышенной точности расчетов и возможности расчета конструкций нетипичной формы.

Одной из CAD/CAE систем является отечественная система автоматизированного проектирования APM Civil Engineering, обладающая широкими функциональными возможностями для создания моделей конструкций, выполнения необходимых расчетов и визуализации полученных результатов. Использование этих возможностей позволит сократить сроки проектирования и снизить материалоемкость строительного объекта, а также уменьшить стоимость проектных работ и строительства в целом. Этот расчетный комплекс в полном объеме учитывает требования государственных стандартов и строительных норм и правил, относящиеся как к оформлению конструкторской документации, так и к расчетным алгоритмам.

На базе APM Civil Engineering в модуле APM Structure 3D, который и является расчетным ядром системы, была построена объемная модель конструкции металлического каркаса автоцентра Nissan в соответствии с техническим заданием. Конструкция здания моделировалась с помощью стержневых конечных элементов с использованием библиотек стандартных сечений и материалов. Связи в модели здания центральные, т.е. связь осуществляется через центры тяжести сечений соответствующих элементов. Связи в основании (опоры) не имеют степеней свободы относительно соответствующих осей глобальной системы координат (жёсткая заделка).

Благодаря возможностям программы при помощи расчётных методов можно оценить, как поведёт себя компьютерная модель изделия в реальных условиях эксплуатации, и получить достоверные результаты близкие к

реальным значениям. В качестве расчетных нагрузок, действующих на конструкцию, приняты – собственный вес, вес ограждающих конструкций, ветровые и снеговые нагрузки, временные нагрузки. Действие ветровой нагрузки рассматривалось в двух направлениях глобальной системы координат: x и y . Нагрузку от веса покрытия и снегового покрова прикладывали в виде сил к узлам ферм, действие ветровой нагрузки и нагрузки элементов перекрытия, как распределенную на стержень (рисунок 1). Расчет конструкции производился на основное сочетание нагрузок, состоящее из постоянных, длительных и кратковременных нагрузок. Результат расчета выводили для наиболее нагруженного состояния конструкции.

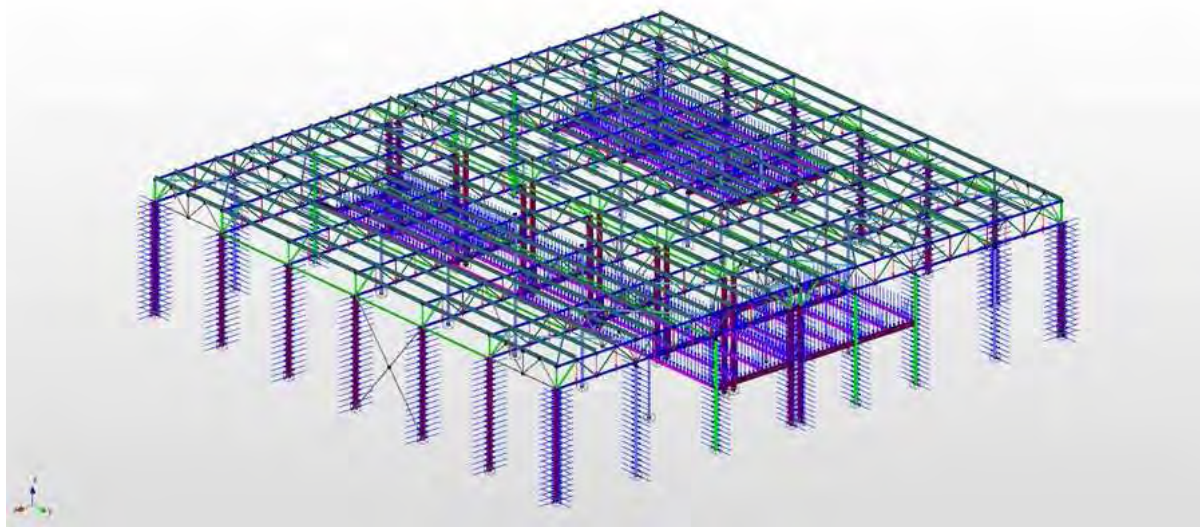


Рисунок 1 – Общий вид модели в APM Structure3D с приложенными нагрузками

Результаты расчета напряжений представлены в виде расчетного распределения на конечно-элементной модели эквивалентных напряжений по теории удельной энергии формоизменения (по Мизесу) на рисунке 2.

По результатам расчета имеется возможность:

- выполнить проверку несущей способности и автоматически подобрать оптимальное поперечное сечение стержневого элемента (по критериям прочности и устойчивости, а также в соответствии с требованиями СНиП II-23-81*);
- выявить элементы, которые могут иметь недостаточную прочность по результатам статического расчета;
- определить металлоемкость модели конструкции;
- выявить элементы конструкции, для которых возможно снижение металлоемкости.

Результат анализа выводится в графическом и числовом виде. Значения нагрузок, напряжений, деформаций и т. д. можно увидеть в каждой точке конструкции. При необходимости можно вывести и оценить распределение

напряжений по сечению (рисунок 2).

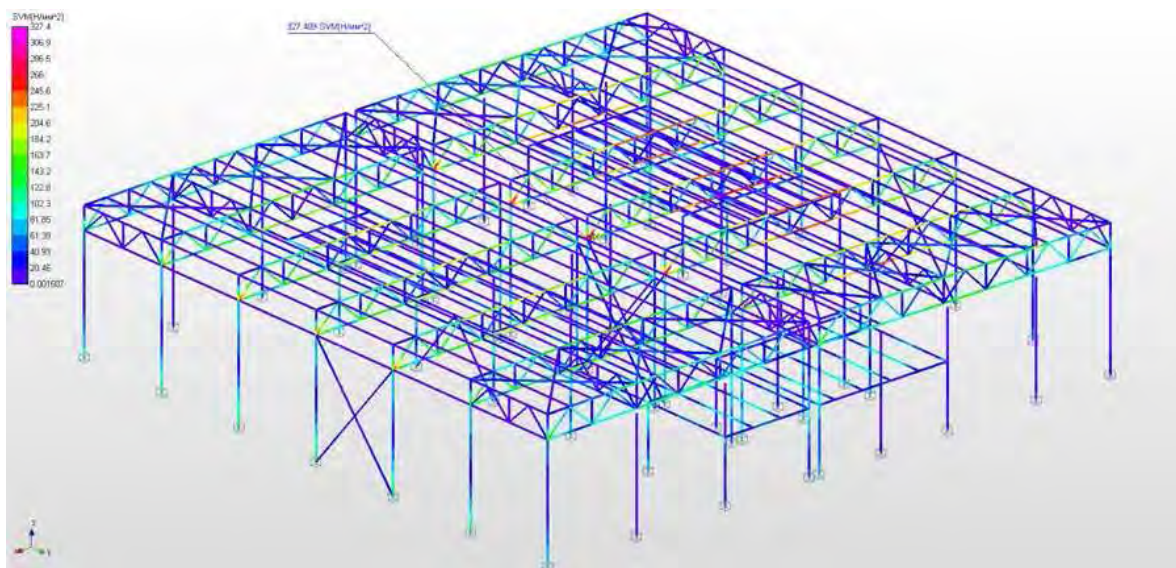


Рисунок 2 – Карта распределения эквивалентных напряжений в металлоконструкции здания

В данной статье изложены фрагменты выпускной квалификационной работы (ВКР) по направлению подготовки – Прикладная механика. Указанная работа проводилась во время прохождения преддипломной практики в проектной организации. Проведение данного вида практики, предусмотренной учебным планом после третьего курса, показало ее высокую эффективность. Большое значение имеет приобретение навыков работы в коллективе проектировщиков, защита полученных результатов при госэкспертизе проекта в целом. Кроме того, завершение работы над ВКР в течение последнего года обучения позволяет повысить мотивацию изучения специальных дисциплин, самостоятельную подготовку к предстоящему виду деятельности (изучение систем проектирования и инженерного анализа, используемых в организации работодателя).

Список литературы

1. Замрий, А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде APM Structure 3D / А.А. Замрий. - М.: Издательство АПМ. 2006. - 288 с.
2. Горелов, С. Н. Инженерный анализ конструкций с помощью современных компьютерных технологий // С. Н. Горелов, В. В. Шелофаст // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 1-3 февраля 2012 г. / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2012. – [С. 80-86]. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Загл. с этикетки диска. - ISBN 978-5-4418-0022-8.