

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Щукин Павел Олегович

канд. техн. наук, начальник отдела инновационных проектов

Суханов Юрий Владимирович

канд. техн. наук, старший преподаватель

Васильев Алексей Сергеевич

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»

г. Петрозаводск, Республика Карелия

О ПРОЕКТИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ И ОТВЕТСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Аннотация: авторами отмечается, что в связи с ростом конкуренции на рынке атомной энергетики растут требования к проектированию сложных и ответственных изделий, работающих в условиях больших температур. К таким изделиям относится и трубопроводная арматура.

Ключевые слова: высокая температура, проектирование, трубопроводная арматура.

В связи с ростом конкуренции на рынке атомной энергетики [4] растут требования к проектированию сложных и ответственных изделий, работающих в условиях высоких температур. К таким изделиям относится и трубопроводная арматура [1–3; 5–7], для которой следует проводить тепловые и тепло-прочностные расчеты для обеспечения надежности всех деталей арматуры.

Современный уровень развития ЭВМ и программных реализаций численных методов, в том числе и метода конечных элементов, решения инженерных задач позволяют еще на начальных этапах проектирования провести большой объем компьютерных испытаний над моделями будущей реальной конструкции, найти слабые места и рациональные технические решения, что значительно сокращает сроки и повышают качество проектирования сложных конструкций.

Также позволяют произвести компьютерные испытания моделей в таких условиях, которые не воспроизводимы при натурных испытаниях прототипов.

В настоящее время существует множество программных продуктов инженерного анализа отличающихся своими возможностями по расчету, интеграцией с другими САПР продуктами, по требованиям к уровню подготовки оператора (инженера-расчетчика), техническим требованиям к аппаратному обеспечению, стоимости, что позволяет под любую инженерную задачу рационально подобрать определенный САЕ-продукт.

Для получения точных результатов расчетов с помощью САЕ-продуктов, кроме правильного подбора самого программного продукта под инженерную задачу, необходимо чтобы оператор (инженер-расчетчик) обладал требуемыми знаниями о программном продукте и МКЭ методах, так как результаты расчета полностью зависят от умения оператора правильно поставить задачу (включая, подготовку геометрии, построение конечно-элементной сетки, корректный ввод свойств материалов и назначение граничных условий) и правильно интерпретировать результаты на выходе.

Конструкторская модель, передаваемая для расчетов, имеет различные элементы, плохо воспринимаемые сеточными генераторами: это разного рода интерференции, грани с очень малыми углами, соседство крупных граней с очень маленькими по площади, касание элементов изделия ребрами.

Интерференции (пересечения тел) в конструкторских моделях неизбежно возникают, когда используются стандартные крепежные изделия, а также когда в трехмерной модели прорисовывается для отображения на чертежах провар сварного соединения. Избавиться от пересечений тел можно, перестроив их, подгоняя размеры точно до контакта поверхность с поверхностью.

Получение из конструкторской модели геометрии пригодной для работы сеточного генератора является важной и кропотливой работой, качество выполнения которой может непосредственно сказаться на результатах расчетов.

Уменьшение размеров конечных элементов сетки и рост из количества ведет с одной стороны к увеличению точности расчета, а с другой стороны, так как

объем расчетов растет, значительно увеличиваются требования к вычислительным ресурсам, требуемым для решения задачи. Поэтому при построении сетки важно добиться баланса между приемлемой точностью и приемлемым временем расчета, что и достигается при проверках по сходимости и по усредненному значению результатов в элементе.

Результатом расчета МКЭ является трехмерное поле температур $T(x, y, z)$. Интерпретация результатов расчета является ответственным шагом, на котором инженер-расчетчик должен оценить результаты компьютерного анализа над моделью и задействовать их для проверки на прочность, усталость, работоспособность для того, чтобы выявить слабые места конструкции еще на начальных этапах проектирования.

Правильно подобрать программное обеспечение для инженерного анализа с использованием метода конечных элементов возможно только при учете конкретных инженерных задач, уровня подготовки оператора, вида проектируемых изделий, требований к гибкости выбираемого программного обеспечения, а также уже используемого программного обеспечения. Для корректного выполнения прочностных расчетов трубопроводной арматуры для АЭС была разработана методика теплового расчета штамповочной арматуры.

Список литературы

1. Васильев А.С. Некоторые направления патентования корпусов штамповочных клиновых задвижек для магистральных трубопроводов предприятий атомной, тепловой энергетики, нефтегазовой промышленности // А.С. Васильев, И.Р. Шегельман, П.О. Щукин // Инженерный вестник Дона. – 2014. – №1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2245.

2. Васильев А.С. Некоторые особенности обратных затворов магистральных трубопроводов, АЭС и ТЭС / А.С. Васильев, П.О. Щукин, Ю.В. Суханов // Научные исследования: от теории к практике: Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. (24.06.2015 г.). – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015.

3. Васильев А.С. Некоторые особенности технических решений на конструкции клиновых задвижек для магистральных трубопроводов предприятий

атомной, тепловой энергетики, нефтегазовой промышленности // А.С. Васильев, И.Р. Шегельман, П.О. Щукин // Инженерный вестник Дона. – 2013. – №3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1827.

4. Рудаков М.Н. Особенности конкуренции в области атомной энергетики / М.Н. Рудаков, И.Р. Шегельман // Микроэкономика. – 2011. – №3. – С. 35–38.

5. Специфика проекта по созданию высокотехнологичного производства шиберных и клиновых задвижек для предприятий атомной, тепловой энергетики и нефтегазовой отрасли / И.Р. Шегельман, М.В. Корчагин, Г.Н. Колесников, П.О. Щукин // Перспективы науки. – 2013. – №8 (47). – С. 103–105.

6. Шегельман И.Р. Некоторые аспекты проектирования запорной арматуры для предприятий атомной, тепловой энергетики и нефтегазовой отрасли / И.Р. Шегельман, А.С. Васильев, П.О. Щукин // Наука и бизнес: пути развития. – 2013. – №8 (26). – С. 94–96.

7. Щукин П.О. Программное обеспечение для проектирования изделий машиностроительных предприятий / П.О. Щукин, Ю.В. Суханов, А.С. Васильев // Интенсификация формирования и охраны интеллектуальной собственности: Материалы 2-ой Республиканской научно-технической конференции, посвященной 75-летию Петрозаводского государственного университета. – Петрозаводск: Verso, 2015. – С. 26–27.