

УДК 621.791.052:539.4.014

Алгоритм конечно - элементного анализа напряженно - деформированного состояния сосуда давления в экспертизе промышленной безопасности

Счастливец Александр Борисович

schastlivtcev@bmstu.ru

Кононов Георгий Максимович

kononovgeorge@yandex.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена возможность применения конечно-элементного анализа для определения напряженно-деформированного состояния (НДС) сосуда давления. Проведены расчетные процедуры с помощью программного комплекса Ansys Workbench 19.1 применительно к трехмерной модели объекта экспертизы, учитывающей отклонения фактических геометрических параметров от паспортных. Рассмотрен способ интерпретации полученных результатов с использованием действующих нормативно-технических документов (НТД). Представлены результаты выполненной работы.

Ключевые слова: сосуд давления, исследование напряженно-деформированного состояния (НДС), компьютерное моделирование, Ansys

Введение. Экспертиза промышленной безопасности должна ответить на непростой вопрос о соответствии объекта экспертизы предъявляемым к нему требованиям безопасности. По результатам технического диагностирования определяется реальное состояние объекта экспертизы на основе изменяющейся толщины стенки, деградации материала и др. Расчеты на прочность являются одним из ключевых звеньев в системе анализа и обоснования живучести и безопасности высоконагруженных конструкций. Активизация работ по оценке безопасности в рамках стратегии продления сроков безопасной эксплуатации с минимизацией риска возможных аварий и катастроф также предусматривает расчеты на прочность [1, 2]. Вместе с тем, следует признать, что еще не успевшая полностью сформироваться нормативная база по расчетам на прочность в условиях штатных и аварийных ситуаций на сегодняшний день требует пересмотра и обновления. Рост вычислительных возможностей и появление на рынке мощных программных средств стимулирует развитие методов физико-математического моделирования аварийных ситуаций. В то же время, на сегодняшний день ситуация такова, что очевидные алгоритмы, позволяющие проводить анализ на прочность с применением современных методов компьютерного анализа, отсутствуют [3, 4].

Методы и материалы; результаты. Для исследования НДС сосуда давления в программном комплексе SolidWorks была построена трехмерная модель объекта диагностирования. В качестве исходных данных для построения были использованы паспортные характеристики сосуда и данные визуального и измерительного контроля (ВИК), а также ультразвуковой толщинометрии

(УЗТ). Далее в программном комплексе Ansys Workbench 19.1 (модуль Ansys Structures) было произведено разбиение модели на конечные элементы, задание граничных условий и нагружающих воздействий. Параллельно в соответствии с нормативной литературой были определены условия статической прочности объекта диагностирования [5].

После задания всех необходимых условий для расчета было получено распределение эквивалентных напряжений в конструкции объекта диагностирования. Далее в точке действия наибольших эквивалентных напряжений были определены величины общих и местных мембранных, общих и местных изгибных, общих и местных температурных напряжений. После сравнения полученных значений с условиями статической прочности был сделан вывод о работоспособности объекта диагностирования.

Заключение. Использование методов конечно-элементного анализа позволяет проводить расчеты НДС сосудов давления и делать выводы об их работоспособности, опираясь на критерии, закрепленные в действующих НТД. Также преимущество подобных расчетных методик заключается в возможности учитывать реальную геометрию. В частности, в рамках дальнейших исследований допускается возможность использования систем трехмерного сканирования для получения наиболее точной геометрии объекта диагностирования.

Список источников

- [1] Бигус Г.А., Даниев Ю.Ф. *Техническая диагностика опасных производственных объектов*. Москва, Наука, 2010, 415 с.
- [2] Доронин С.В., Лепихин А.М., Москвичев В.В., Шокин Ю.И. *Моделирование прочности и разрушения несущих конструкций технических систем*. Москва, Наука, 2005, 249 с.
- [3] Ферапонтов А.В. и др. Новые подходы к регулированию промышленной безопасности. *Безопасность труда в промышленности*, 2013, № 3, с. 9–11.
- [4] Бигус Г.А., Черных М.В. Определение наиболее опасных зон аппаратов колонного типа для установки датчиков системы мониторинга. *Сварка и диагностика*, 2014, № 2, с. 42–45.
- [5] ГОСТ 34233.1–2017. *Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность*. Москва, Государственный комитет СССР по стандартам, 1984, 38 с.