

РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ КРУПНОГАБАРИТНОЙ ЁМКОСТИ ИЗ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ СЕЙСМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Пересыпкин В.П., Иванова Е.А., Пересыпкин К.В., Вякин В.Н.

Самарский государственный аэрокосмический университет

THE STRENGTH RESEARCH OF LARGE DIMENSION COMPOSITE TANK FORCED BY THE EARTHQUAKE

Peresipkin V.P., Ivanova E.A., Peresipkin K.V., Vjakin B.N. Mode of deformation is calculated for tank with liquid during the earthquake. Tank is the fiberglass plastic sandwich panel, produced by wind round former. Finite element method is used.

Многие промышленные емкости в последнее время изготавливаются из композиционных материалов. Это связано с хорошей коррозионной стойкостью таких конструкций и их дешевизной. Воздействие от сейсмической активности является одним из расчетных случаев для таких емкостей в ряде регионов России. В этой работе выполняется исследование прочности емкости, заполненной морской водой при сейсмическом воздействии.

Емкость представляет собой цилиндрическую оболочку с двумя плоскими днищами диаметром 3 м и высотой 7.1 м (рис 1). Наиболее нагруженная цилиндрическая

часть изготавливается путем намотки стекловолокна, пропитанного полиэфирной смолой. Несущие слои оболочки содержит два вида слоев: намотанные ровингом и намотанные специальной лентой. В первых - волокна расположены под небольшим углом к окружному направлению, а во вторых - под углом порядка 10° к меридиональному направлению. Внутри оболочка содержит слой пенопласта, что делает оболочку подобной трехслойной оболочке, хотя и с толстыми по сравнению со слоем пенопласта несущими слоями. Оболочка усилена 5-ю силовыми кольцами, образованными окружной намоткой ровинга.

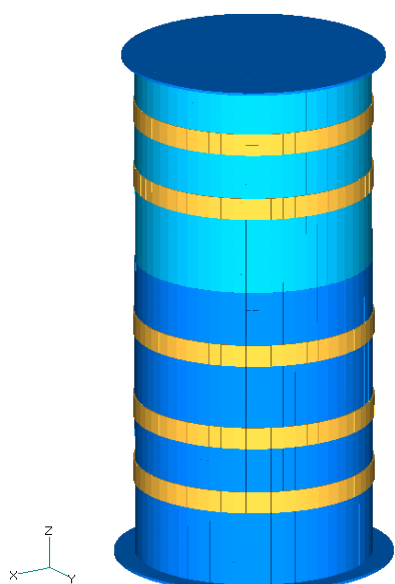


Рис.1. Внешний вид емкости

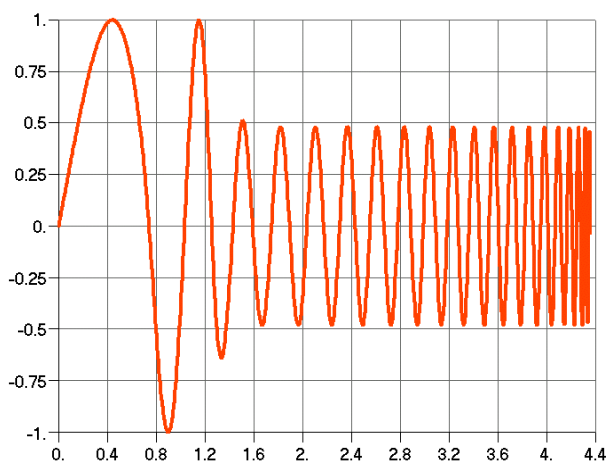


Рис.2. Изменение ускорения во времени при сейсмическом воздействии

Упругие свойства композиционной оболочки моделируются методом конечных

элементов с помощью конечно-элементной системы MSC.Nastran. Силовую работу конструкции с такой несложной геометрией можно было бы моделировать и с помощью более простых моделей (например, балочной), но для получения коэффициентов запаса прочности для всех слоев оболочки потребовалась бы трудоемкая обработка результатов моделирования. В конечно-элементной модели, составленной из специализированных конечных элементов многослойной оболочки, данные по напряженно-деформированному состоянию каждого слоя могут быть получены непосредственно из результатов расчетов.

Динамическая модель жидкости представляет собой несколько сосредоточенных масс, связанных с радиальными степенями свободы узловых точек на цилиндрической

оболочке. Верхняя сосредоточенная масса моделирует часть жидкости, которая при колебаниях смещается. Между цилиндрической оболочкой и этой массой внесена податливость, позволяющая этой части жидкости смещаться. Масса подвижной части жидкости и величина податливости определяется по методике [1].

К модели приложены следующие граничные условия: гидростатическое давление жидкости, ускорение основания емкости при сейсмическом воздействии магнитудой 9 баллов [2].

Интегрирование по времени осуществлялось методом средних разностей. Наибольшие деформации и напряжения в конструкции наблюдаются в момент времени 4,15 сек. от начала сейсмического воздействия. Расчет показал, что значения напряжений и деформаций не превышают допустимых значений. На рис. 3 показаны напряжения в одном из наиболее нагруженных слоев оболочки.

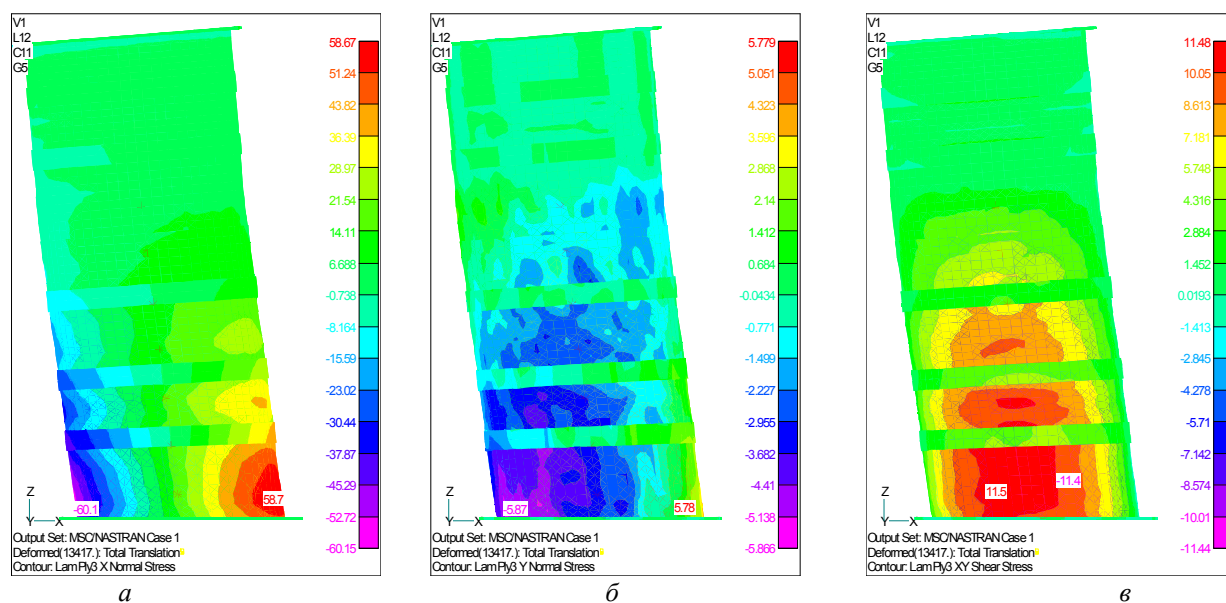


Рис.3. Момент времени максимальной амплитуды колебаний – 4,15 сек. Напряжения в третьем слое намотки (лента, слой волокон под углом $8,8^\circ$ к образующей). а) напряжение в стекловолокне; б) напряжения поперек волокна; в) касательные напряжения

Библиографический список

1. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций НП-031-01/ Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности(Госатомнадзор

России); Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии.

2. Ветошкин В.А. Синтезированная модель сейсмического воздействия.—Л.: Труды ЦКТИ, 1984, вып.212, с.41—52