

Расчетно-параметрические исследования напряженно-деформированного состояния и оптимизация баков и баллонов на основе композиционных материалов

Тлевцежев В.В., Миронов В.В.
Центр Келдыша, г. Москва

В работе проводится оптимизация комбинированного баллона давления с днищами, цилиндрическая часть которых усилена кольцевым слоем композиционного материала. Основная цель оптимизации – достижение массового совершенства для двухслойных оболочек за счет применения композиционного материала. Оптимизация обечаек баков, выполненных по несущей схеме, проводилась с учетом расчета на устойчивость от осевых сжимающих сил и внутреннего давления. Массовое совершенство данных металлокомпозитных оболочек оценивалось по отношению к массе оболочки вафельной конструкции с одинаковой несущей способностью. Проводился расчет на устойчивость исходной вафельной оболочки и металлокомпозитной оболочки с различной толщиной армированного слоя. Был также предложен метод, позволяющий предотвратить потерю устойчивости оболочки от осевого сжатия. Повысив давление наддува в баке до определенного значения, можно снять величину осевой сжимающей силы. Дальнейший оптимизационный расчет оболочки можно проводить только с учетом внутреннего давления наддува. Такие баки называются подвесными.

В данном случае оптимизация проводилась с учетом расчетно-параметрического анализа НДС и определения массы равнопрочных цельнометаллических баллонов из алюминиевого и титанового сплавов.

В результате расчета были получены следующие выводы:

При расчете оболочки бака на устойчивость применение композиционного материала оказалось нецелесообразным, поскольку данный метод оптимизации не дает выигрыша по массе по сравнению с исходной оболочкой вафельного типа.

Массовое совершенство двухслойной комбинированной оболочки было достигнуто за счет повышения давления наддува в баке и дальнейшего оптимального расчета оболочки от внутреннего давления. При этом в качестве материала герметизирующей оболочки использовался более высокопрочный титановый сплав BT-6C.