

ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Козулин А. А., Скрипняк В. А.

Томский государственный университет, г Томск, Россия

kozulyn@ftf.tsu.ru

В данной работе решена задача о деформации элементов конструкции полимерных трубопроводов горячего водоснабжения при различных эксплуатационных режимах. Используемые в настоящее время методики расчета конструкций из термопластов нуждаются в совершенствовании. Применяемые методы прочностных расчетов используют известные решения задач о напряженно-деформированном состоянии труб линейной теории упругости, которые не учитывают нелинейное гиперупругое поведение термопластов – полипропилена, полиэтилена. Так, при конструировании полимерных трубопроводов горячего водоснабжения встает проблема учета изменений механических свойств термопластов в эксплуатационном диапазоне температур. При монтаже и эксплуатации полимерных трубопроводов горячего водоснабжения возникает необходимость компенсации тепловых расширений, которые на порядок выше, чем у металлических. Представленные результаты показывают, что эффективным решением указанной проблемы является применение в конструкции трубопровода специальных элементов – компенсаторов тепловых расширений.

Решена задача определения допустимых смещений для двух типовых конструкций полипропиленовых компенсаторов тепловых расширений – «компенсирующей скобы» и «компенсирующей петли». Выполнен анализ запаса прочности элементов трубопроводов при совместном действии давления воды в трубопроводе и осевых усилий, возникающих при тепловом расширении труб, с учетом нелинейного механического поведения полипропилена «Рандом сополимер» и зависимостей его прочностных характеристик от температуры. Механическое поведение материала описывалось двухпараметрической моделью Муни-Ривлина.

Результаты показывают, что применение линейно-упругой модели не позволяет правильно оценить напряженно-деформированное состояние при решении задачи о деформации компенсаторов термических расширений трубопроводов из термопластических материалов. Вычисленные с применением модели линейно-упругого тела значения напряжений в несколько раз превышают значения, полученные при учете реального нелинейно-упругого поведения - это приводит к ошибочным прогнозам о применимости изделия в разных условиях эксплуатации. Нелинейное упругое поведение полипропилена обеспечивает в температурном диапазоне от 0°C до +80°C продольные деформации компенсатора при малых осевых изменениях усилий. Сравнение максимальных расчетных значений интенсивности напряжений со значениями пределов текучести полипропилена позволяет утверждать, что при относительных изменениях длины компенсатора до 30%, материал его стенок остается в упругом состоянии во всем рабочем температурном диапазоне.

Численные результаты, полученные с помощью модели Муни-Ривлина, описывающей гиперупругое поведение полимерных материалов, подтверждают возможность применения компенсаторов рассмотренных типов в полимерных трубопроводах при транспортировке жидкостей с температурой до +80°C и номинальном давлении 5 МПа. Напряженно-деформированное состояние в подобных конструкциях должно определяться гиперупругими свойствами материалов. Показано, что при одинаковых деформациях компенсатора относительное снижение напряжений пропорционально относительному изменению температуры.