

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КРИОГЕННОГО ТРУБОПРОВОДА

Пискунов М.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры теоретической и промышленной теплотехники Томского политехнического университета
Половников В.Ю.

E-mail: piskunovmv@tpu.ru

Пенополиуретан (ППУ) применяется во всем мире уже на протяжении более чем 50–60 лет и в настоящее время сохраняют одно из ведущих мест среди полимерных материалов [Рюткянен Е.А., Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, 2012, 1, 42-46], а жесткий ППУ является одним из основных видов изоляционных материалов для криогенных трубопроводов. Прогнозирование и мониторинг состояния изоляционного покрытия являются необходимыми составляющими для уверенного функционирования криогенного трубопровода.

Таким образом, создание методики оценки долговечности ППУ и возможность прогнозирования срока службы с учетом периодичности эксплуатации трубопроводов приобретают особую актуальность.

Рассматривался участок трубопровода для транспортировки криожидкостей. Для слоя ППУ совместно решаются одномерные нестационарные задачи теплопроводности и термоупругости. Затем проводится оценка долговечности материала посредством кинетической концепции прочности твердых тел [Журков С.Н., Вестник АН СССР, 1968, 3, 46-52].

Численными методами были найдены распределения температурных полей по толщине слоя ППУ и температурных напряжений по толщине и по времени загрузки (принималось равным 14 часам), затем по формуле Журкова производилась оценка долговечности.

Стоит отметить, что рассматривался «предельный» случай относительно условий эксплуатации ППУ: температура смеси газов: $\approx -161^{\circ}\text{C}$; температура окружающей среды $t_{oc}=45^{\circ}\text{C}$.

Минимальный рассчитанный срок службы для ППУ составляет 31 год при средней по толщине слоя ППУ температуре $T_{average}=215,5\text{ K}$ и при значении температурного напряжения $\sigma_{max}=1,78 \cdot 10^4\text{ Па}$. Учитывая, что сроки эксплуатации криогенных трубопроводов – более 30 лет, результаты – справедливы.

Методику оценки долговечности ППУ необходимо дополнить учетом влагопоглощения и промерзания слоя.