

**Математическое моделирование кинетики остаточных напряжений
в тонкостенных двухсторонне упрочненных трубопроводах в условиях
ползучести при температурно-силовом нагружении и жестком заземлении**

Деревянка Екатерина Евгеньевна

Аспирант

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

E-mail: katederev@yandex.ru

Объект исследования настоящей работы — прямолинейные трубки $\varnothing 12 \times 1$ мм, выполненные из материала 08X18H9 (ранний аналог стали X18H10T), после двухстороннего поверхностного механического ультразвукового упрочнения. Такие конструкционные элементы нашли широкое применение в различных отраслях промышленности и должны удовлетворять высоким требованиям прочности и долговечности. Одним из способов повышения ресурса деталей являются технологии поверхностного пластического упрочнения, хорошо зарекомендовавшие себя на практике. В частности, тонкие цилиндрические оболочки являются частью трубопроводов авиационных пневмогидросистем газотурбинных двигателей, условия эксплуатации которых характеризуются высокими температурами и нагрузками с возникновением деформаций ползучести. Как следствие, появляется релаксация остаточных напряжений (ОН), которая требует детального анализа и пристального внимания при проектировании конструкций и их элементов.

В рамках настоящей работы разработана математическая модель и реализована методика расчета кинетики остаточных напряжений на внешней и внутренней упрочненных поверхностях тонкостенных трубок в условиях ползучести при температурно-силовом нагружении и жестком заземлении на основе обобщения соответствующих методик [1, 2].

Исследован процесс релаксации ОН в тонкостенных трубках после двухстороннего упрочнения в условиях ползучести при различных режимах температурно-силового нагружения (термоэкспозиция, осевое растяжение, кручение, внутреннее давление и их комбинации) и жестком заземлении (ограничения на осевое и угловое перемещения) при «рабочей» температуре $T = 600^\circ\text{C}$. Выполнен анализ влияния жесткого заземления на кинетику ОН при вариации приложенных нагрузок. Показано, что при различных режимах температурно-силового нагружения происходит практически полная релаксация остаточных технологических напряжений в течение 50 часов, а наличие жесткой заделки положительным образом отражается на релаксации ОН, то есть наблюдается уменьшение ее скорости. Полученные результаты позволяют оценить эффективность применения жесткого заземления и могут использоваться при оценке ресурса упрочненных деталей и изделий в подобных условиях в инженерной практике.

Источники и литература

- 1) Радченко В.П., Бербасова Т.И., Цветков В.В., Саушкин М.Н. Математическое моделирование релаксации остаточных напряжений в тонкостенных трубопроводах в состоянии поставки и после двухстороннего поверхностного упрочнения при ползучести // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2021. – № 3. С. 117–128.
- 2) Деревянка Е. Е., Радченко В. П., Цветков В. В. Релаксация остаточных напряжений в поверхностно упрочненном цилиндре в условиях ползучести при жестких ограничениях на линейные и угловые деформации // Известия РАН: Механика твердого тела. – 2021. – №3. – С. 118–127.