

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ АРМИРОВАННЫХ ВОЛОКНАМИ

С.А. Марьин

Надежную работу нефтеперерабатывающего предприятия в большей степени определяет безаварийное функционирование трубопроводных систем. В нефтяной промышленности к обеспечению их надежности предъявляются особые требования, касающиеся, прежде всего регулярности проведения диагностических исследований, проверочных расчетов на прочность и прогнозов остаточной долговечности. Применение вычислительной техники является наиболее эффективным при решении задач данного типа.

Разработанный в Гомельском государственном университете им. Ф.Скорины программный комплекс [4] контроля и диагностики коррозии трубопроводных систем и емкостей нефтеперерабатывающих предприятий позволяет решать следующие задачи:

- представление структуры предприятия в виде иерархических схем;
- расчет остаточного ресурса оборудования, прогноз хода коррозии;
- расчет напряженного состояния трубопроводов;
- ввод данных о контролируемых объектах вручную или непосредственно со специализированной аппаратуры (приборы - толщиномеры);
- визуализировать все данные контролируемых объектов (изображение, технические параметры, замеры, графики расчетов);

При диагностике коррозии оборудования предприятия применяются методы прикладного регрессионного анализа, которые позволяют на основе результатов замеров (приборы - толщиномеры) строить прогноз с достаточной степенью достоверности [3].

Для повышения прочности и коррозионной стойкости трубопроводов предлагается использовать композиционные материалы [4], армированные волокнами в различных направлениях, осевое армирование, армирование по образующей и армирование стенок короткими волокнами.

Ставится задача расчета напряженно-деформированного состояния стенок трубопроводов под действием внутренней нагрузки [1,2] с целью оптимизации выбора способа армирования и толщины стенок трубопроводов [3].

*Математическая модель расчета НДС трубопровода [4]:*

Обозначим интенсивность внутреннего давления – через  $p$ , наружного – через  $q$ . Тогда, полагая, что  $\sigma_r = -q$  на  $L_1$  и  $\sigma_r = -p$  на  $L_2$ , для компонентов напряжений  $\sigma_r$  и  $\sigma_\theta$  в области кольца получаем



Рис. 2.

$$\sigma_r = M_0 \left( \frac{a}{r} \right)^{1-\gamma} + N_0 \left( \frac{b}{r} \right)^{1+\gamma}$$

$$\sigma_\theta = \gamma \left[ M_0 \left( \frac{a}{r} \right)^{1-\gamma} - N_0 \left( \frac{b}{r} \right)^{1+\gamma} \right]$$

где

$$M_0 = \frac{qc^{-r} - cp}{c^r - c^{-r}}, N_0 = \frac{qc^{-r} - qc^{-1}}{c^r - c^{-r}}$$

$$\gamma^2 = \frac{E_\theta}{E_r}, c = \frac{b}{a}$$

$E_r$  и  $E_\theta$  – модули упругости в радиальном и трансверсальном направлениях.

$$\varepsilon_r = \frac{1 + \nu_{rz}}{E_r} \sigma_r - \frac{\nu_{r\theta} + \nu_{rz} \nu_{r\theta}}{E_\theta} \sigma_\theta, \varepsilon_\theta = -\frac{\nu_{r\theta} + \nu_{rz} \nu_{r\theta}}{E_\theta} \sigma_r + \frac{1 + \nu_{\theta z}}{E_\theta} \sigma_\theta, \gamma_{r\theta} = \frac{1}{G_{r\theta}} \tau_{r\theta}$$

Важным аспектом, предопределяющим точность расчетов и прогнозов, является качественное выполнение работ по технической диагностике контролируемых объектов.

Данная работа представляет собой пример комплексного решения задачи оценки и прогнозирования трубопроводных систем нефтеперерабатывающих предприятий.

#### Литература:

1. Прусов И. А. Термоупругие анизотропные пластинки. – Мн.: БГУ, 1978. – 200 с.
2. Лехницкий С. Г. Анизотропные пластинки, – М.: ГИТТЛ, 1957. -346 с.
3. Можаровский В.В., Стражинский В.Е. Прикладная механика слоистых тел из композитов: Плоские контактные задачи. – Мн.: Наука и техника, 1988. – 271с.
4. Можаровский В.В., Марьин С.А., Орлов В.В., Рогачева Н.А. Математическое моделирование и создание базы данных для определения напряженного состояния сосудов и резервуаров их волокнистых композиционных материалов. // Материалы 20-й Международной конференции "Композиционные материалы в промышленности. СЛАВПОЛИКОМ-2000", Ялта., 2000. - С. 69-70.