

Лабораторные и численные эксперименты показали, что в проектировании железобетонных конструкций, в условиях их трещинообразования нужно учитывать нелинейный перепад температуры, как фактор резко увеличивающий прогибы и напряжения.

Температурные усилия в стенках железобетонных цилиндрических силосов

А.Лопко, И.Прусель

Конструкции цилиндрических оболочек в силосах подлежат воздействию статических и динамических нагрузок вызванных давлением сыпучего материала. Существенным фактором распределения усилий в стенках силосов является температурный перепад и понижение температуры по толщине сечения оболочки. На кафедре железобетонных конструкций Белостокского политехнического института разработан метод расчета цилиндрических оболочек вращения на основе совместной работы стенки и сыпучего материала. Расчетная модель оболочки построена на принципе soil-structure interaction, в которой сыпучий материал моделируется упругими узлами, ограничивающими радиальные деформации оболочки, вызванные статической или температурной нагрузкой конструкции силоса. Фактор совместной работы конструкции стены и упругой среды, заполняющей силос, позволяет определить кольцевые температурные усилия в сечениях стенки, возникающие, например, при резком понижении температуры окружающей среды. При такой нагрузке, кроме кольцевых изгибающих моментов, связанных с перепадом температуры, появляются растягивающие температурные кольцевые усилия, которые увеличивают существенно суммарные напряжения и сечение кольцевой арматуры стены.

В связи со сложностью аналитических расчетов задача реализована на ЭВМ методом конечных элементов. Численный пример задачи, относящийся к оболочке натурального силоса высотой $H=30,0$ м, диаметром $D=8,18$ м и толщиной стенки $\delta = 0,13$ м показано на рисунке. Коэффициент податливости сыпучей среды принят изменяющимся линейно по высоте стены, согласно формуле:

$$C(x) = C_0 \left(1 - \frac{x}{2H}\right),$$

где: C_0 - коэффициент податливости при днище силоса (функция коэффициента упругости материала).

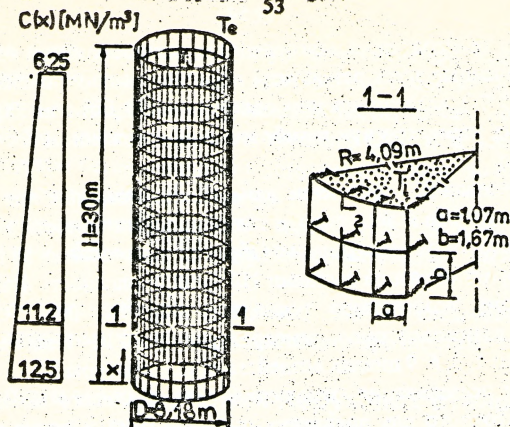


Рис. Постановка задачи методом конечных элементов

Численный анализ задачи для различных видов выступающих на практике температурных нагрузок (постоянные по периметру, нелинейно изменяющиеся по периметру стенки) для нескольких вариантов коэффициентов податливости сыпучего материала показал, что температурные кольцевые растягивающие усилия могут возрасти свыше 40 % величины, определенной в классической задаче (т.е. без учета совместной работы стены и сыпучего). Заодно распределению подлежат температурные кольцевые моменты, которые в некоторых случаях могут возрасти на 20 %. По сравнению с решениями плоской задачи аналогичные температурные нагрузки вызывают в конструкции оболочки кольцевые усилия, 2-3 раза превышающие усилия, определенные для плоского кольца, вырезанного из оболочки. Таким образом доказано, что плоская задача не удовлетворяет требованиям проектирования силосных корпусов на температурные нагрузки.

Эксперименты, проведенные в натуральных железобетонных силосах, подтвердили полученные численные результаты. Планируются дальнейшие теоретические и экспериментальные работы с целью определения воздействия температурных полей на группы взаимно-связанных оболочек вращения в облокированных силосах.

Изменение прочности и деформативности железобетонных элементов под влиянием очень низких температур

Н.Клапоць

Результаты исследований, представленные в настоящем докладе, являются только фрагментом более широких действий, касающихся определения