

Экономическая составляющая предварительного напряжения тонкостенных конструкций

*Скала Г.Ф., Муфтах Ахмади, Мозырев В.В., Муна Абделхахим,
Харьковская национальная академия городского хозяйства*

Суть рационального хозяйствования всегда сводилась к минимизации затрат при максимальной результативности. Это в полной мере относится ко всем сферам деятельности и, в том числе, к инженерным решениям.

В строительных проектах затратная часть включает кроме стоимости деятельности (организационно-технологическая часть), затраты на конструктивные композиции. В этой части затрат более 70% составляет стоимость материалов. Это обстоятельство обуславливает естественное стремление снизить материалоемкость конструктивных решений. Наиболее сложной задачей здесь является снижение материалоемкости несущих элементов композиции. Результатом этого является расширение сфер применения тонкостенных конструктивных элементов, как имеющих малую материалоемкость ввиду малых толщин стенок конструкции. Однако этот путь решения проблемы снижения расходов по стоимости материалов порождает проблемы прочности, устойчивости и динамики конструкций, а следовательно, существенно ограничивает возможность снижения материалоемкости конструкций без применения дополнительных специальных приёмов.

Как известно, конструкции, испытующие простые деформации (растяжение и сжатие), являются самыми рациональными с экономической точки зрения. Их материал, в смысле механических напряжений загружен равномерно по всему телу конструкции и может быть доведен до предельного состояния. На практике такое имеет место не часто, а реальные конструкции, как правило, испытывают сложное напряжённо-деформированное состояние, характерное глубоко неравномерным использованием механических качеств материала конструкции. В наибольшей степени это относится к тонкостенным конструкциям. При общем уровне напряжённо-деформированного состояния близком к половине предельного, некоторые зоны конструкций без специальных мер имеют пиковые, многократно превышающие расчётное сопротивление, напряжения. Для локализации этого в такие зоны дополнительно добавляют материал, что приводит к удорожанию конструкции. Следует заметить, что эти добавки весьма существенны. Кроме того, этот прямой традиционный путь конструирования, влечёт изменение статической схемы, а это порождает новые проблемы.

При использовании предварительного напряжения в конструкциях, материал в её тело не добавляется, а вводится новый конструктивный элемент, имеющий предварительно напряжённое состояние и убирающий пиковые значения основной конструкции. Эти, напрягающие определённые зоны конструктивных композиций, элементы, как правило, стержневые и

имеют простое напряжённо-деформированное состояние – растяжение. Как отмечалось выше, эффективность использования затраченного на этот элемент материала самая высокая. Если учесть при этом, что для таких элементов используются высокопрочные материалы, существенно превышающие по сопротивлению, материал основной конструкции, то появляется разница в количестве затраченного материала. Эта разница, даже в рационально запроектированных конструкциях часто весьма существенна и доходит до 7% – 10%. Следует заметить, что снижение общего количества материала на 10% не даёт этого же значения экономического эффекта, ввиду более высокой стоимости высокопрочного материала напрягающего элемента. Снижение экономической эффективности таких конструктивных решений имеет место ещё и в части дополнительных расходов на изготовление напрягающих элементов и их монтаж.

Однако даже при учёте всех факторов понижения эффективности конструкции с предварительным напряжением, как показывают расчёты экономический эффект таких конструктивных решений по сравнению с традиционными может составить 6% - 9% на предварительно напряженной тонкостенной конструктивной композиции.