

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КРАЕВОГО ЭФФЕКТА В РАСЧЕТЕ ОБОЛОЧЕК

*ЗАО «Магнитогорский центр  
технической экспертизы»,  
г.Магнитогорск*

*Латыпова Галина Георгиевна  
Инженер*

*Зарубин Владимир Львович  
Инженер*

*Корчун-Радчук Артем Николаевич  
Инженер*

*Лапшин Валерий Вячеславович  
Инженер, руководитель лаборатории НК*

Значительное число строительных объектов является оболочками (дымовые трубы, газгольдеры, купола, своды).

Оболочки – листовые конструкции, образованные изгибом листов по заданному радиусу кривизны.

Оболочки, у которых соблюдается отношение  $r/\delta \geq 20$ , называются тонкими. При проведении обследования технического состояния объектов, являющихся оболочками, следует учитывать, что равновесие элементов тонкой оболочки соблюдается при наличии только осевых сил, направленных по образующим в перпендикулярном направлении без изгиба. При этом должны быть соблюдены два условия:

- к конструкции приложены сплошные осесимметричные нагрузки без резких перепадов по интенсивности (рис. 1);
- участок оболочки сплошной, большой, удаленный от краевых линий.

Краевые линии образуются ребрами жесткости, днищами, резкими изменениями толщины, острыми перегибами. Они препятствуют плавным свободным деформациям, на определенных участках происходит местный изгиб, которым нельзя пренебречь. Схемы исходного состояния оболочки и деформированная схема представлены на рис. 2.



Рис. 1. Схема приложения нагрузки к оболочке

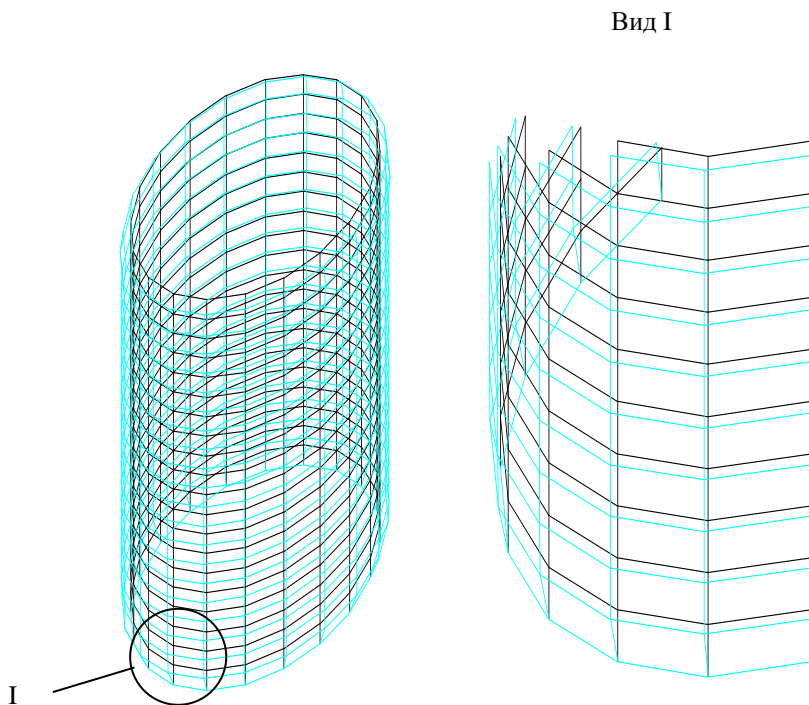


Рис. 2. Исходная и деформированная схемы

У краевых линий появляется изгибающий момент, часто весьма значительный, но быстро уменьшающийся по длине оболочки. Эпюры моментов имеют волнообразный, резко затухающий характер (рис. 3).

Дополнительные напряжения, возникающие от действия краевого эффекта, получаются весьма значительными, зачастую – превышающими предел текучести материала (рис. 4).

В действительности после достижения металлом предела текучести напряжения перестают возрастать, потому что на участке возникновения краевого эффекта появляется шарнир пластичности в кольцевом сечении. Происходит перераспределение напряжений, оболочка начинает работать по измененной схеме, со снижением жесткости по краевой линии. Несущая способность оболочки с появлением шарнира пластичности не является исчерпанной.

Влияние краевого эффекта на стадии проектирования следует предусматривать конструктивно при проектировании конструкций-оболочек (применять стали с гарантией загиба в холодном состоянии, плавные переходы оболочек от одной формы к другой, устройство скосов кромок при изменении толщин и пр.).

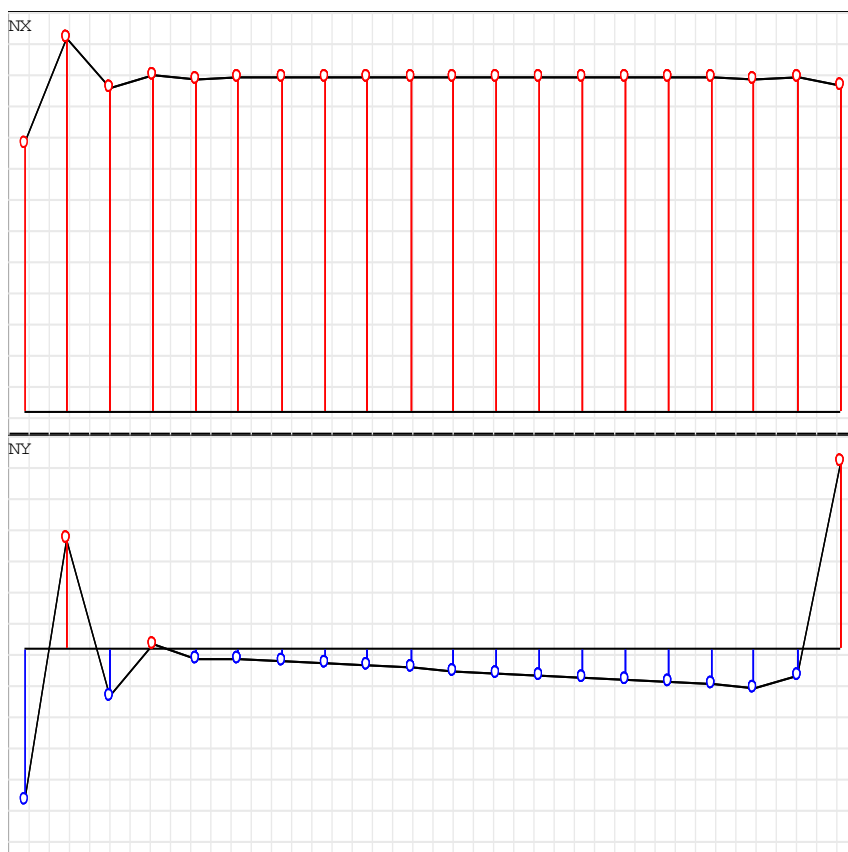


Рис. 3. Эпюры моментов по длине оболочки

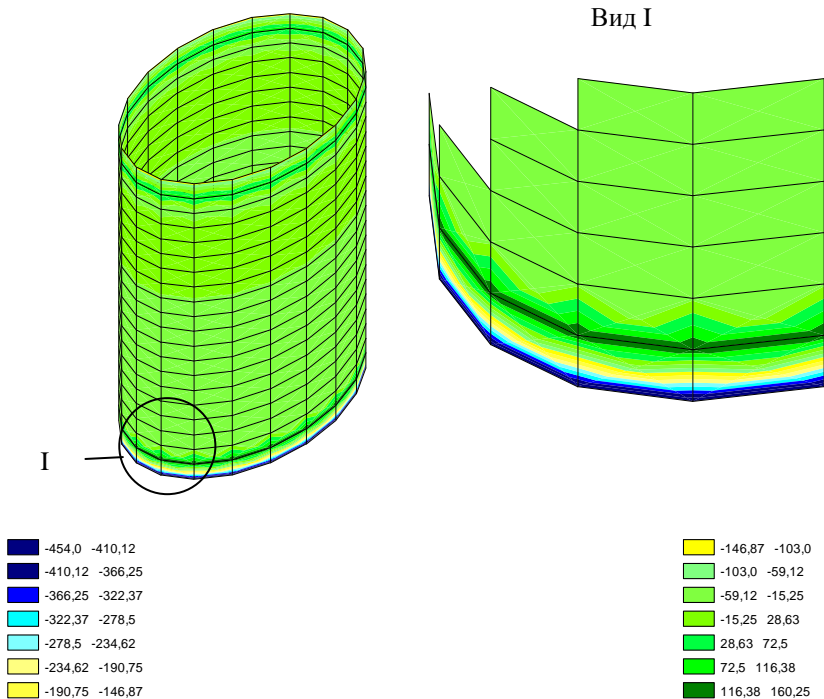


Рис. 4. Схема распределения изополей напряжений в оболочке от действия краевого момента