

## РАСЧЁТ ОСЛАБЛЕНИЯ ИЗГИБНОЙ ЖЁСТКОСТИ ОБСАДНОЙ ТРУБЫ

Студ. Бойко Н.В., ДонНТУ, г. Донецк

Спуск обсадной колонны на плаву - очень сложная практическая задача, так как её успешная реализация зависит от ряда факторов, среди которых основными являются: точность составления расчётных моделей на стадии проектирования, а также качество изготовления и сборки обсадных труб. Существующие методы проектирования колонны базируются на её расчёте, как многослойной оболочки, находящейся под действием внешнего давления. Такой подход не отражает в полной мере работу обсадных труб под действием нагрузок, которые в частности возникают при проведении монтажных работ. Также следует отметить, что принятые расчётные схемы основаны на идеализированной конструкции оболочки. На практике трубы имеют несовершенство формы и неоднородную цилиндрическую жёсткость, за счёт наличия монтажных окон, а также радиальных и осевых смещений между шпангоутами в сегментах труб.

Не имея теоретических обоснований для учёта влияния указанных выше дефектов

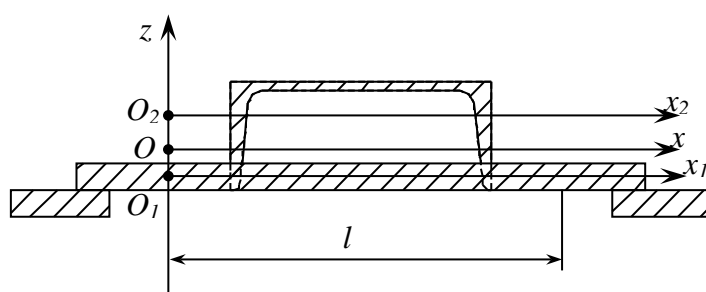


Рис. 1.- Условный момент инерции поперечного сечения подрезанного шпангоута

формы и структуры, на стадии проектирования колонны закладывают завышенные коэффициенты запаса, что в свою очередь приводит не только к увеличению материалоемкости конструкции и соответственно её стоимости, но и к увеличению монтажных нагрузок.

Рассмотрим конкретные случаи, связанные с ослаблением изгибной жёсткости обсадной трубы.

В процессе сборки колонны в трубе вырезают окна, которые впоследствии заглушают при помощи накладок, при этом шпангоут, который проходил через окно при восстановлении подрезают (рис. 1), что приводит к ослаблению сечения под монтажной

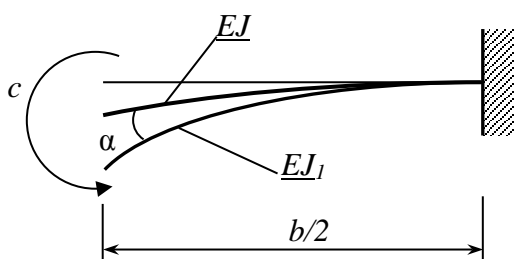


Рис. 2. Схема для определения коэффициента жёсткости

балкой по длине всей колонны. В качестве примера, возьмём параметры конструкции: диаметр труб – 4,3м, толщина стенки – 1,6 см, шпангоут – швеллер №16, шаг шпангоутов – 0,5 м, длина секции – 6 м (шаг расположения монтажных окон), размеры монтажного окна  $b \times h = 0,8 \times 0,6$  м<sup>2</sup>. Условный момент инерции поперечного сечения подрезанного шпангоута найдём по методу, описанному в работе с учётом проявления краевого эффекта на участке трубы длиной  $l$  (рис. 1) –  $J'_{\text{усл}} = 271$  см<sup>4</sup>, момент инерции не подрезанного шпангоута –  $J_{\text{усл}} = 488$  см<sup>4</sup>, тогда момент инерции сечения трубы –  $J = 12J_{\text{усл}} = 5856$  см<sup>4</sup>, здесь 12 – число шпангоутов на секции, момент инерции ослабленного сечения –  $J_1 = 11J_{\text{усл}} + J'_{\text{усл}} = 5639$  см<sup>4</sup>.

Коэффициент жёсткости  $c$  можно определить, как момент, вызывающий взаимный угол поворота  $\alpha = 1$  рад, на свободном конце, между пластинами с жёсткостью  $EJ$  и  $EJ_1$  (рис. 2)

$$c = \frac{2EJ \cdot EJ_1}{b(EJ - EJ_1)}, \text{ соответственно } \chi = \frac{cr}{EJ} = \frac{2rJ_1}{b(J - J_1)}.$$

Для рассматриваемого примера  $\chi = 140$ , численно из формулы находим  $k = 1,993$ , с учётом, что для сплошного кольца критическая нагрузка определяется зависимостью:

$$q_{кр} = (n^2 - 1) \frac{EJ}{r^3}, \text{ где } n = 2,$$

определим коэффициент снижения критической нагрузки

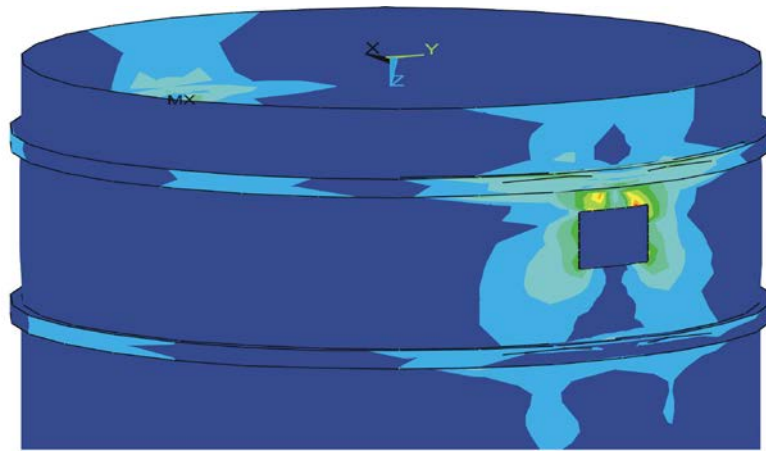
$$\Delta_q = \frac{k^2 - 1}{3} = 0,991.$$

Таким образом, для рассматриваемого случая, подрезание шпангоутов на монтажных окнах приведёт к снижению критического давления на крепь не более чем на 1%.

Обсадные трубы, как правило, изготавливают секторами, которые собирают в секции непосредственно на буровых участках. Несмотря на селективный метод сборки, часто возникают осевые и радиальные смещения между шпангоутами, которые могут достигать до 50 мм, поэтому при сопряжении шпангоутов между двумя секторами, в основном ограничиваются накладками на стенку швеллера, что приводит к ослаблению сечения стыка по длине всей секции.



**Рис.3** - Фотография верхнего участка обсадной колонны  $d=4,3$  м перед посадкой на забой



**Рис.4** – Напряженно-деформированное состояние участка обсадной колонны, усиленной шпангоутами