

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОПОРНОЙ СТОЙКИ ПРИ ВОЛНОВОЙ НАГРУЗКЕ

Напрасников В.В.¹, Жэнь И¹, Бородуля А.В.¹, Соловьев А.Н.²

1) Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь;

2) Крымский федеральный университет
Симферополь, Российская Федерация.

Целью данной работы является проверка прочности элемента опорного блока нефтедобывающей платформы в процессе и по окончании ремонта. Конструкция моделируется как трехмерная цилиндрическая колонна кусочно-постоянной толщины, консольно закрепленная в верхней и нижней частях. Колонна высотой 20 м погружена под воду на глубину 20 м (по ее нижнему краю). Диаметр колонны 2 м.

Моделирование нагрузки осуществлено приложением гидростатического давления и действием волновой нагрузки. С достаточной точностью можно считать, что погружение в море на каждые 10 метров дает увеличение гидростатического давления на одну атмосферу. Поэтому на глубине 20 м колонна испытывает давление равное 3 атм, то есть $303975 \text{ Па} (\text{Н/м}^2)$ (1 атмосфера = 101325 Па). Гидростатическое давление прикладывалось на фронтальную и тыльную стороны трубы относительно отверстия и накладки.

Вид частей при монтаже накладки представлен на рисунке 1.

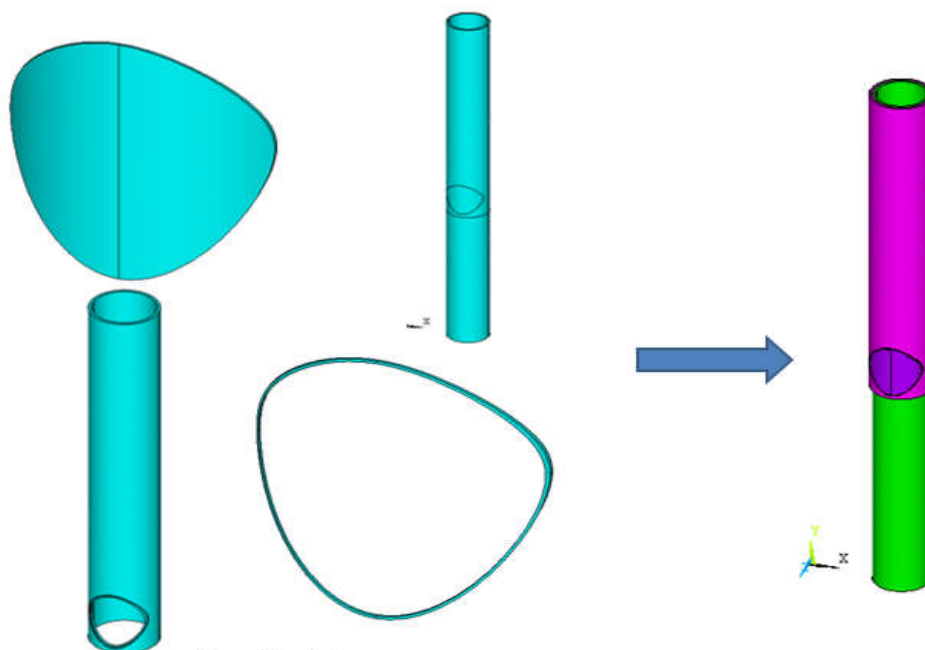


Рисунок 1. Вид частей

Для задания волновой нагрузки на колонну использовалось уравнение Морисона

$$F = \rho * C_m * \pi / 4 * D^2 * a + 1/2 * \rho * C_d * D * u * |u|,$$

$\rho = 1025$ кг/м³ – плотность морской воды,

$D = 2$ м – диаметр трубы,

$C_m = 1,2$ – коэффициент инерции,

$C_d = 1,05$ – коэффициент гидродинамического сопротивления,

$a = -A_w 2 \cos(kx - \omega t)$ - ускорение,

$u = A_w \sin(kx - \omega t)$ – скорость волны,

Период волны $T = 14$ с.

Перемещение точки на накладке по оси, перпендикулярной оси колонны, за 4 секунды с шагом 0,1с представлено на рисунке 2.

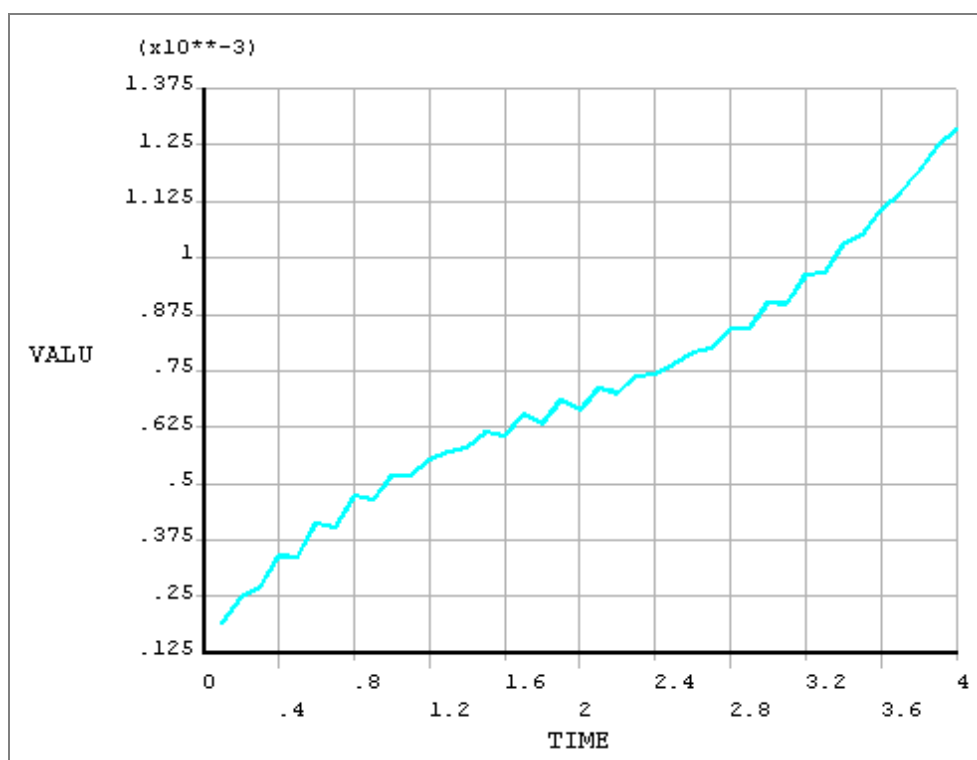


Рисунок 2. Перемещение в разные моменты времени

Максимальные напряжения по Мизесу при приложении волновой нагрузки в разные моменты времени представлены на рисунке 3.

При расчете модели колонны с вырезанным дефектом и с накладкой и получили следующие результаты:

Колонна с накладкой:

- максимальное перемещение равно 0,0018974м,
- максимальное напряжение по Мизесу 0,348e8 Па
- Колонна без накладки:
- максимальное перемещение равно 0,001893м,
- максимальное напряжение по Мизесу 0,342e8 Па.

Перемещение в модели без накладки больше на 0,000019м, что незначительно.

Напряжение же в модели без накладки меньше на 0,006е8 Па. В обоих случаях возникшее максимальное напряжение меньше допустимого напряжения в материале (5.4е8 Па).

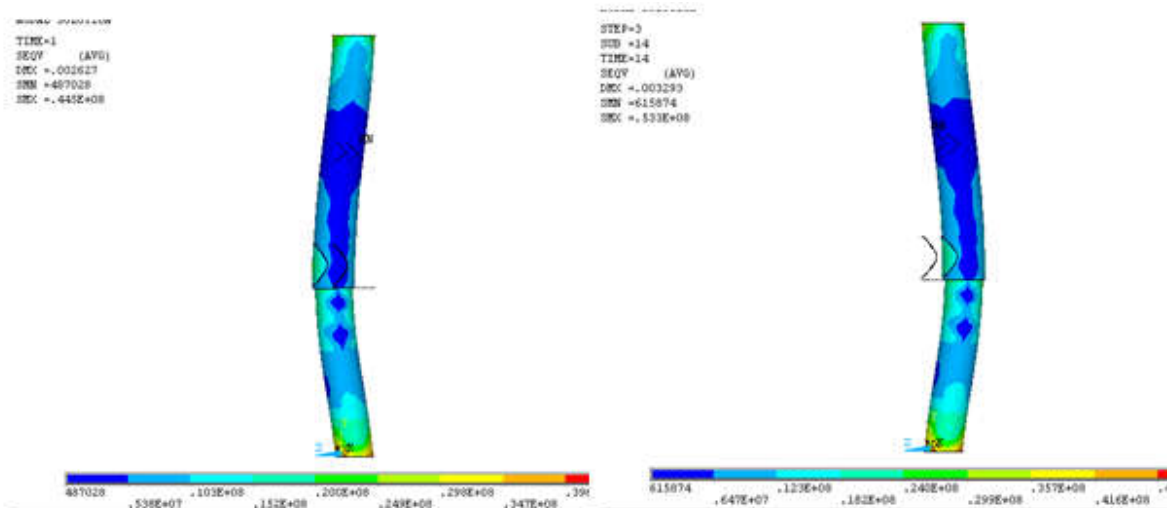


Рисунок 3. Начальный момент (слева) и момент конца первого периода волны (справа)

Картинки напряжений на разных частях конструкции представлены на рисунке 4.

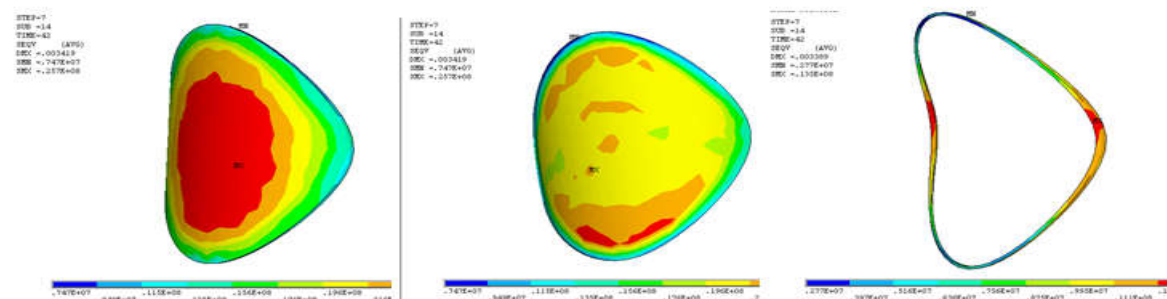


Рисунок 4. На накладке (слева), задняя поверхность (в центре), на сварном шве (справа)

Вывод.

В результате выполнения работы создана параметрическая модель опорной стойки и на ее основе проведено исследование напряженно-деформированного состояния конструкции.

Время анализа 42 секунды, что соответствует трем периодам волны.

Максимальное напряжение по Мизесу (0.581е8 Па), возникшее в конструкции в месте закрепления за все время анализа, меньше допустимого напряжения в этом материале (5.4е8 Па).

Максимальное перемещение модели в области накладки (0.00361м) можно принять допустимым.