

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО НАГРУЖЕНИЯ ПОДВОДНОГО ТРУБОПРОВОДА, ЗАПОЛНЕННОГО ЖИДКОСТЬЮ

М. А. Кочетков

Научно-исследовательский институт механики Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия

В данной работе рассматривается геометрически и физически нелинейная задача импульсного воздействия на фрагмент подводного трубопровода, содержащего жидкость, в трехмерной постановке. Для моделирования применяется специально разработанный пакет программ для решения трехмерных динамических задач взаимодействия упругопластических конструкций со сжимаемыми средами, основанный на единой схеме Годунова повышенной точности для расчета совместного движения жидкостных и упругопластических сред. В пакете применен эйлерово-лагранжев подход с явным выделением подвижных контактных поверхностей между различными средами. Используются три типа расчетных сеток для каждой из сред. Это лагранжевые поверхностные сетки в виде непрерывного набора треугольников для задания начальной геометрии тел и для их сопровождения в процессе расчета, и два вида автоматически генерируемых в процессе расчета объемных трехмерных сеток. Сформированные в окружающей жидкости ударные волны взаимодействуют с фрагментом подводного трубопровода, содержащего жидкость, и жестким дном. Подводный трубопровод предполагается двухслойным, внутренний слой состоит из металлической упругопластической оболочки, внешний слой – бетонное покрытие. Анализируются волновые процессы и в стальной трубе, и в бетонной оболочке. Оцениваются нагрузки на трубопровод в зависимости от источника волн и от положения трубопровода относительно дна. Показано возможное разрушение как стальной, так и бетонной утяжеляющей оболочки в областях растягивающих деформаций, формирующихся в местах максимального изгиба трубопровода, рис.1. Также анализируются волновые процессы внутри трубопроводной жидкости, ее влияние на деформации подводного трубопровода.

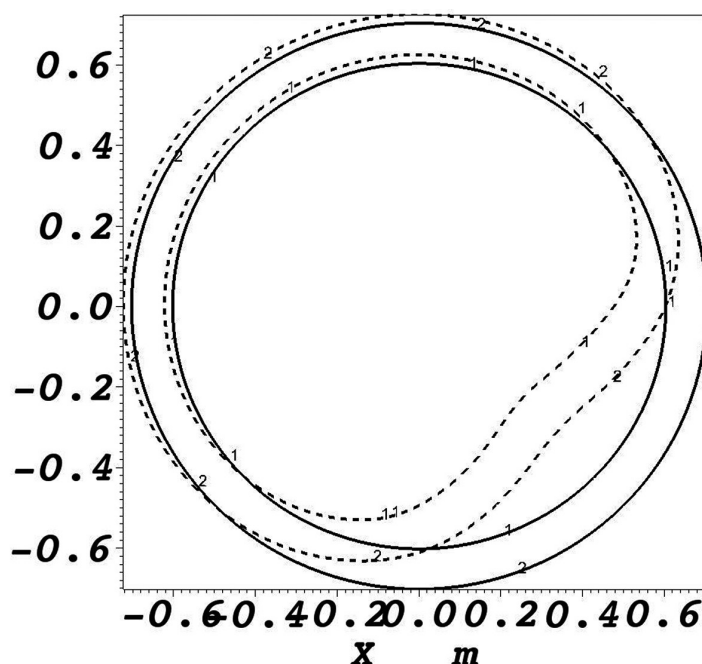


Рис. 1 Деформирование подводного трубопровода

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках государственного задания (проект № FSWR 2023-0036).