ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/127

**АНАЛИЗ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ НА СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ,
ДВИЖУЩЕЙСЯ С ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТЬЮ**

Чертova Н.В., Гриняев Ю.В.

*ФГБУН Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия,
chertova@ispms.tsc.ru*

Свободные поверхности представляют границы сплошных тел при некоторых схемах нагружения и являются характерной особенностью пористых сред и сред при наличии трещин. Свободные поверхности определяют многие физические явления и оказывают существенное влияние на процессы деформации и разрушения [1]. Закономерности деформаций на границе, свободной от напряжений, могут быть установлены в рамках известной задачи отражения плоской гармонической волны. Традиционной целью этой задачи является нахождение коэффициентов отражения, которые связывают амплитуды отраженных волн с амплитудой падающей волны, и определение потоков энергии первичной и вторичных волн [2]. Коэффициенты отражения могут быть использованы для анализа деформационных мод, характеризующих формоизменение и поворот бесконечно малого элемента среды на свободной поверхности. Впервые это было сделано в работах [3,4] для неподвижной границы. Особенности деформаций на свободной поверхности, движущейся с постоянной скоростью, исследуются в данной работе.

Как известно, частота падающей волны при отражении на подвижной границе не равна частоте отраженной волны. Это изменение частот определяет эффект Доплера при отражении («scattering Doppler effect» или «moving mirror problem»), изучаемый в акустике, оптике, электродинамике. Широкое использование этого физического эффекта в астрофизике, медицине, радио- и гидролокации объясняет постоянное к нему внимание.

При динамических нагрузках упругое тело деформируется динамически и его свободные границы движутся с некоторой скоростью. Если в этот же момент создается волна, распространяющаяся в направлении подвижного края, то приемник будет регистрировать отраженную волну, имеющую частотный сдвиг. Анализируя частотный сдвиг с помощью некоторого устройства обработки данных, можно определить движение свободной поверхности и ее деформационное состояние. Деформационный датчик, работающий таким образом, является возможностью практического применения данной работы.

Особенность отражения упругих волн в твердом теле обусловлена связанной природой вторичных волн, что определяет академический интерес к этой задаче. В работе [5] рассматривается отражение волн различной поляризации на равномерно движущейся свободной поверхности. Центром исследования является эффект Доплера и углы отраженных волн. Коэффициенты отражения и определяемые ими деформации не были исследованы в [5]. Величины, характеризующие процессы деформации и разрушения, анализируются в данной работе.

Аналитические выражения для смещений первичных SH, P, SV и отраженных волн позволяют определить компоненты тензора дисторсии, деформаций и напряжения на границе. На основе граничных условий записываются и решаются системы алгебраических уравнений относительно коэффициентов отражения для каждой из падающих волн. Используя найденные коэффициенты отражения и аналитические формулы для компонент тензора дисторсии, были построены и проанализированы амплитудные зависимости компонент деформаций и поворота на свободной поверхности, движущейся с постоянной скоростью, от угла падения волны, упругих свойств сред и чисел Маха, представляющих отношение скорости движения границы к скорости упругих волн: $M_1 = V/C_1$, $M_2 = V/C_2$.

Характер деформаций на свободной поверхности упругого тела определяется граничными условиями. Из равенства нулю напряжений на свободной поверхности следует равенство нулю деформаций сдвига. Удлинения, не равные нулю на границе в общем случае, обуславливают объемные изменения, которые выражаются через коэффициенты отражения

Секция 3. Проблемы компьютерного конструирования материалов с иерархической структурой

продольной волны при падении на свободную поверхность Р и SV волн. Характер деформации, определяемый отличными от нуля компонентами деформации, не зависит от типа падающей волны и скорости движения границы. Зависимости амплитуд деформаций от угла падения волны существенно различаются для падающих продольных и поперечных волн, чисел Маха больше и меньше нуля и упругих параметров сред.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020гг.

Литература

1. Поверхностные слои и внутренние границы раздела в гетерогенных материалах, ред. Панин В.Е.–Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006.–520с.
2. Бреховский Л.М., Годин О.А. Акустика слоистых сред. – М.: Наука, 1989. – 416с
3. Чертова Н.В. О характере деформаций на свободной поверхности упругого тела //ПЖТФ.–2015.–Т.41.–В.22.–С.15-24.
4. Чертова Н.В, Гриняев Ю.В. О характере деформаций на свободной поверхности и жесткой границе раздела при отражении упругих волн // Физическая мезомеханика.–2016.–Т.19. –№5.–С.58-85.
5. Watanabe Elastodynamic Doppler effects by a moving stress-free edge //Int.J.Eng.Science.–2010.–Т.48.–С.1995-2014.