

## Введение

Математическое моделирование волновых процессов в слоистых гидроупругих средах является важной и актуальной проблемой. Интерес к этим исследованиям стимулируется, в первую очередь, потребностями сейсморазведки и гидроакустики в надежной интерпретации данных наблюдений. Анализ работ в этой области показывает, что в последнее время интенсивно ведутся работы по изучению процессов отражения, преломления и распространения акустических волн в слоистых средах, содержащих пористые флюидонасыщенные прослойки. При этом особое внимание уделяется влиянию на свойства волн движения насыщающей жидкости относительно скелета пористой среды.

Началом активных исследований волновых процессов в насыщенных пористых средах послужила работа Я.И. Френкеля [28], посвященная так называемому сейсмoeлектрическому эффекту. В результате анализа линеаризованных уравнений движения твердой и жидкой фаз Я.И. Френкелем было выведено дисперсионное уравнение для продольных волн в пористой среде и найдено его приближенное решение, соответствующее волнам первого и второго рода. Вслед за этой работой уравнения распространения звуковых волн в газонасыщенной пористой среде в одномерном приближении были получены в книге К. Цвиккера и К. Костена [29]. Одна из широко распространенных в настоящее время моделей была предложена М. Био (М. Biot) в серии работ 50–60-х гг. [36, 37, 38, 39, 40]. Как показано Л.Я. Косачевским [17], предложенная Био система уравнений движения пористой среды опирается на те же соотношения между напряжениями и деформациями, что и в работе Я.И. Френкеля, но отличается большей общностью. Теория распространения звуковых волн в насыщенной пористой среде также изучалась П.П. Золотаревым [15], В.Н. Николаевским [24] и Х.А. Рахматулиным [26]. Подробный анализ уравнений распространения звука в насыщенной пористой среде, предложенных различными авторами, дан В.Н. Николаевским в [25].

Важным результатом исследований звука в насыщенной пористой среде явилось предсказание существования трех типов собственных волн: продольных волн первого и второго рода (называемых иногда быстрой и медленной продольными волнами) и поперечной волны (волны сдвига). Если быстрая продольная и сдвиговая волны по своей природе близки к волнам в безграничной упругой среде, то медленная продольная волна с ее значительными дисперсией и затуханием, вызванным перемещением частиц жидкости относительно