

О РАБОТЕ В 2008 ГОДУ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО СЕМИНАРА ПО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ АКУСТИКЕ НАУЧНОГО СОВЕТА РАН ПО АКУСТИКЕ

В 2008 году продолжалась регулярная работа семинара. Было проведено 18 заседаний семинара. Помимо докладов, непосредственно посвященных проблемам акустики, было заслушано также несколько сообщений, представляющих интерес для акустиков как с точки зрения физики, так и по использованному математическому аппарату.

Волновым процессам в акустических средах (газ, жидкость) было посвящено 6 докладов.

Ф.Ф. Лягуша и М.А. Мусакаев рассмотрели диссипацию акустической энергии в акустическом пограничном слое (АПС). Ламинарный АПС образуется при взаимодействии с твердой плоской поверхностью бегущих акустических волн. Был проведен анализ задачи Б.П. Константинова о взаимодействии плоской гармонической волны с поверхностью твердого абсолютно теплопроводного тела. При взаимодействии стоячих звуковых волн вблизи твердой поверхности возникают акустические течения (вихри) Шлихтинга, которые приводят к изменению структуры АПС и способствуют появлению турбулентных движений среды в пристеночном слое.

И.А. Головин провел численный и асимптотический анализ дисперсионного уравнения для совершенного теплопроводного газа. Были рассмотрены низкочастотные и высокочастотные асимптотики для фазовой скорости звука и потерь акустической энергии и указаны области их применимости.

Б.П. Шарфарец рассмотрел радиационное давление, оказываемое плоской бегущей волной в идеальной жидкости на произвольное включение. С помощью оптической теоремы была найдена величина перекрестной составляющей радиационного давления. Был проведен анализ причин различия радиационного давления для плоских бегущих и стоячих волн.

Д.П. Коузов на основании простейшей баротропной энергетически замкнутой модели изучил влияние силы тяжести на волновые процессы в совершенном газе. Было показано, какие особенности приобретают плоская и сферическая гармонические волны, а также нестационарная сферическая волна при наличии однородного поля тяжести.

Э.П. Бабайлов исследовал функции тока среднего по времени потока акустической энергии

для различных осесимметрических акустических полей. Были рассмотрены, в частности, суперпозиции плоской и сферической волн, двух сферических волн, точечный диполь.

Грэм Кит (Graeme Keith, Denmark) рассмотрел процесс возбуждения звуковых колебаний неустойчивым потоком жидкости, протекающим вдоль стенки с примыкающей к ней полостью. Процесс носил резонансный автоколебательный характер, при расчете учитывалась обратная связь. Была рассмотрена важная для практики ситуация, когда толщина пограничного слоя являлась малой по сравнению с шириной полости, а колебания скорости потока достаточно велики. Предложена модель процесса, в которой используются простые дискретные вихри и аналитические представления для акустического поля. Учитывались нелинейные эффекты.

Два доклада были посвящены поверхностным волнам в твердых упругих телах.

А.П. Киселев и Г.А. Роджерсон (G.A. Rodgerson, UK) построили новые решения уравнений упругой динамики, описывающие поверхностные волны. Для инвариантной относительно вращений слоистой структуры были подробно рассмотрены два класса решений. Это – поверхностные волны с плоским фронтом и амплитудами, полиномиальными по латеральным переменным, а также поверхностные волны, имеющие вид пучка.

В.Д. Лукьянов, Ю.А. Лавров, В.А. Калинин, В.А. Мельников и В.А. Шубаров в совместном докладе рассмотрели дифракцию поверхностных акустических волн (ПАВ) на массовых неоднородностях, расположенных на поверхности кристалла. В предположении, что известно (из теории или эксперимента) поле, возбужденное ПАВ на отдельной неоднородности, была решена задача о дифракции ПАВ на конечном наборе регулярно расположенных неоднородностей.

Взаимодействию со средой источника, движущегося прямолинейно по поверхности упругой среды, был посвящен доклад С.Н. Гаврилова. Было показано, что в достаточно общих предположениях закон движения источника описывается уравнением

$$\frac{d}{dt}(M\mathbf{v}) = \mathbf{f}.$$

Здесь v — скорость источника, f — сила, приводящая источник в движение, $M = m_0 + m(v)$, m_0 — масса источника, m — “присоединенная масса” (некоторая специально определяемая величина).

В двух докладах рассматривались акустические поля в тонких упругих объектах, находящихся в контакте с внешней средой.

И.В. Андронов исследовал волны, локализованные вблизи прямолинейного разреза, разделяющего на две части тонкую упругую пластину, расположенную на поверхности жидкости. Были рассмотрены как свободные кромки пластины, так и случай наличия на кромках пластины распределенных нагрузок, имеющих массу и момент. Было установлено, что в данной модели возможно наличие четырех различных волн, локализованных вблизи кромок пластины (двух симметричных и двух антисимметричных). Выяснены условия, при которых эти волны могут существовать.

Г.В. Филиппенко на базе точного аналитического решения построил дисперсионные кривые для вертикальной цилиндрической оболочки, частично погруженной в жидкость, и жестко скрепленной с дном. Дно бассейна, заполненного жидкостью, предполагалось горизонтальным, а поверхность жидкости — свободной. Рассматривалось влияние глубины погружения оболочки на ее колебания. Предлагалась приближенная модель, описывающая колебания частично погруженной оболочки, и проводилось сравнение расчетов, основанных на точной и приближенной моделях.

Три доклада были посвящены волновым процессам в наноструктурах.

Вопросы распространения механических волн и собственных колебаний в некоторых наноструктурах были рассмотрены в докладе В.А. Еремеева, Е.А. Ивановой и Д.А. Индейцева. Рассматривались наноструктуры, образованные массивами нанокристаллов или нанотрубок, выращенных ортогонально подложке. Были получены дисперсионные кривые, и показано, как их можно использовать для определения изгибной жесткости рассмотренных структур.

Л.В. Гортинская рассматривала поведение электронов в системе слабо связанных трехмерных нанослоев. Для модели строилось асимптотическое разложение квазисобственного значения, близкого ко второй ветви непрерывного спектра. При этом строился асимптотический ряд не для самого квазисобственного значения, а для некоторой функции от него, вид которой определялся поведением резольвенты в окрестности нижней границы непрерывного спектра.

Е.А. Иванова исследовала специфические эффекты, возникающие в задачах теплопроводности при учете инерционности. При макроскопических размерах объекта и не слишком высокочастотных

воздействиях процесс распространения тепла с высокой степенью точности описывается уравнением теплопроводности параболического типа. При размерах образца, приближающихся к наноразмерному уровню, и воздействиях, характерный период которых сравним со временем релаксации теплового потока, распространение тепла приобретает ярко выраженный волновой характер.

Гравитационные волны на воде рассматривались в докладах О.В. Мотыгина и А.Н. Бестужевой.

О.В. Мотыгин рассмотрел образование волн за телом, движущимся с постоянной скоростью в неограниченной жидкости. Обсуждалась постановка трехмерной задачи Неймана-Кельвина и, в частности, условия на бесконечности, позволяющие однозначно определить потенциал скорости.

В двух докладах А.Н. Бестужевой рассматривалось неустановившиеся волны на воде в бассейне переменной глубины. Дно бассейна предполагалось имеющим форму конуса, вершина которого располагалась на поверхности воды. Угол между границей конуса и поверхностью воды считался малым. Волновое движение жидкости порождалось движением дна. Строилось аналитическое решение задачи и проводилось его численное исследование для некоторых частных случаев подвижки дна.

Доклад В.В. Залипаева был посвящен локализованным собственным функциям электронного резонатора в магнитном поле. Описывался полуклассический анализ собственных состояний для высоких энергий. Конструировалась асимптотика собственных функций, локализованных в окрестности периодических орбит. Проводилось сравнение численных результатов, полученных методом конечных элементов, и данных, рассчитанных на основе полуклассической асимптотики.

Более подробные авторские аннотации докладов можно получить на сайте в Интернете <http://www.ipme.ru> на вкладке Seminars → Городской семинар по вычислительной и теоретической акустике.

Заседания семинара проводятся в актовом зале Института Проблем Машиноведения РАН (Санкт-Петербург, Васильевский Остров, Большой проспект, 61) по вторникам в 18 ч. 30 м. Продолжительность доклада 2 часа. Проводится две сессии семинара: весенняя (конец февраля — начало мая) и осенняя (конец сентября — начало декабря).

Заявки на доклад можно сообщить по электронной почте g.filippenko@gmail.com, а также по телефону руководителю семинара Коузову Даниилу Петровичу (812)3123530 или секретарю семинара Филиппенко Георгию Викторовичу (812)7432323.