

## КОНФЕРЕНЦИЯ “ВИБРОАКУСТИКА МАШИН И КОНСТРУКЦИЙ”

В середине прошлого века виброакустика сложилась как новое направление “на стыке” механики и акустики, связанное с исследованием взаимодействия вибраций упругих конструкций и акустических полей в окружающей среде. С развитием измерительных технологий и появлением новых материалов круг задач расширился; появились такие направления как виброакустическая диагностика, активная борьба с шумом и вибрацией и другие. Термин “виброакустика” стал общепринятым: существуют виброакустические лаборатории, издаются международные журналы (например, *Journal of Acoustics and Vibration*), на международных конференциях появляются секции с таким названием. Вопросы виброакустики обсуждаются на специализированных конференциях, таких как “Судовая акустика” (ЦНИИ им. А.Н. Крылова), “Авиационная акустика” (ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского), “Шумы и вибрации на транспорте” (ВЕАА), имеющих четкую прикладную направленность; отдельные ее разделы организуются на сессиях Российского акустического общества.

Однако конференций по фундаментальным проблемам виброакустики, посвященных обзорам состояния дел и перспектив развития различных направлений, обсуждению методов и результатов исследований, широкому кругу технических приложений, не проводились. Поэтому конференция “Виброакустика машин и конструкций”, запланированная как юбилейная (к 70-летию Ю.И. Бобровницкого), вызвала широкий интерес и по сути явилась первой конференцией такого типа. Она прошла 19 февраля 2007 года в Москве, в Институте машиноведения им. А.А. Благоврава РАН. В работе приняло участие более 60 специалистов из Москвы, Санкт-Петербурга, Киева, Нижнего Новгорода, Саратова. Было представлено 20 докладов и ряд кратких сообщений по широкому кругу вопросов.

Доклад В.Т. Гринченко (Институт гидромеханики Национальной академии наук Украины, г. Киев) “Особенности волновых полей в физически и геометрически неоднородных волноводах” был посвящен новым результатам, полученным автором и его учениками, по исследованию одного из необычных волновых явлений в упругих телах – краевому резонансу. Показано, что это явление существует во многих типичных элементах инженерных конструкций, в частности, в ограниченных слоистых пластинах. Краевой резонанс необходимо учитывать в расчетах на колебания и прочность из-за повышения амплитуд смещений и напряжений на границах конструкций.

Результаты исследования краевого резонанса, но уже в тонкостенных оболочечных конструкциях, были представлены в докладе М.В. Вильде (СГУ, г. Саратов) “Резонансы поверхностных волн в упругих телах”. Показана связь краевого резонанса с неоднородными волнами релеевского типа, построен спектр частот краевого резонанса для полубесконечной оболочки, проанализи-

зировано явление граничного резонанса, связанного с неоднородными волнами Стоунли.

Доклад О.В. Руденко (МГУ, г. Москва) “Нелинейная акустическая диагностика” был посвящен обзору недавних работ по акустической диагностике, в которых использованы акустические волны большой интенсивности. Пояснена природа нелинейных свойств структурно неоднородных сред (“гигантская акустическая нелинейность”). Подчеркнуты особенности нелинейных методов диагностики, которые открывают новые возможности для практического использования в медицине, материаловедении, строительной индустрии и геофизике.

В докладе В.И. Попкова (ЦНИИ им. А.Н. Крылова, г. Санкт-Петербург) “К вопросу о колебательной мощности, излучаемой машинами и механизмами”, представленном А.Б. Майзелем, приведены результаты измерения потоков колебательной энергии, использования этих данных для характеристики механизмов как источников колебаний и определения вклада различных путей распространения колебательной энергии в окружающую среду. В дискуссии по докладу были также затронуты вопросы о роли демпфирования (стоков колебательной энергии) и об оптимальном проектировании инженерных конструкций, в частности, судовых фундаментов и корпусов.

В докладе И.Г. Митрофанова (Институт космических исследований РАН, г. Москва) “Современные исследования ИМАШ и ИКИ в разработке перспективных космических приборов” были представлены результаты разработки механических узлов и конструкций приборов, входящих в состав межпланетных космических аппаратов. Обсуждался метод моделирования виброакустических характеристик приборов на этапе их проектирования, который позволяет наиболее эффективно использовать массу полезной нагрузки для достижения максимальной чувствительности аппаратуры. Подробно рассмотрены особенности уникальных виброизолирующих опор для российского прибора ХЕНД в составе космического аппарата “Марс–Одиссей 2001”.

Ю.П. Кузнецов и С.И. Брагин (Всероссийский НИИ автоматики им. Н.Л. Духова, г. Москва) ознакомили участников конференции с новыми задачами виброакустики применительно к импульсному нейтронному генератору, представили результаты совместных с ИМАШ РАН разработок механической конструкции импульсного нейтронного генератора для космического приборостроения.

Доклад Ю.И. Бобровницкого (Институт машиноведения им. А.А. Благоврава РАН, г. Москва) “Проблемы виброакустики машин и конструкций” был посвящен формулировке основных направлений и оценке общего состояния и перспектив развития этой области знаний. Выделены такие направления:

1. Моделирование механических источников звука.

2. Методы анализа волновых и вибрационных процессов в инженерных конструкциях; взаимодействие со средой.

3. Виброакустический мониторинг и диагностика.

4. Управление вибрационными и акустическими полями; снижение шума и вибраций.

5. Новые экспериментальные методы, связанные с многоканальностью измерений, использованием компьютерной техники, распределенных сенсоров и актюаторов и др.

Отмечено, что виброакустика в настоящее время переживает кризис. Возможности традиционных подходов к решению задач в этой области (например, применение известных средств изоляции и поглощения к уже готовым изделиям промышленности) практически исчерпаны, в то время как требования по шуму и вибрациям к современной технике постоянно ужесточаются. Мировая тенденция развития виброакустики проявляется в создании машин и конструкций с интегрированными активными устройствами (встроенными измерительными датчиками, исполнительными элементами и цифровыми средствами оптимального управления) для придания нужных виброакустических качеств. Такие интегрированные системы (имеются опытные образцы) могут в полной мере соответствовать современным и будущим виброакустическим требованиям.

В докладе В.К. Асташева (ИМАШ РАН, г. Москва) "Нелинейные явления в ультразвуковых технологических системах" дано физическое объяснение влияния ультразвуковых колебаний на некоторые технологические процессы и показано, как можно эти процессы улучшить и оптимизировать. Подробно рассмотрен процесс обработки металла.

Ряд докладов был посвящен моделированию источников звука. В докладе В.Ф. Копьева, М.Ю. Зайцева, Н.Н. Острикова (ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского, г. Москва) "Механизм излучения звука турбулентностью при отрывном обтекании цилиндра и особенности дипольного излучения в этом случае" представлена новая модель генерации звука турбулентным потоком. Механизм генерации дипольного шума представлен как нескомпенсированное отражение квадрупольной криволинейной поверхности. Показано, как простыми средствами за счет уменьшения коэффициента преобразования снизить шум обтекания на 7 дБ.

Доклад П.С. Ланды (МГУ, г. Москва) и А.С. Гиневского (ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского, г. Москва) "Взаимодействие акустических и гидродинамических волн" объяснил влияние акустических сигналов на турбулентность нелинейным взаимодействием звуковых и так называемых гидродинамических волн. Доклад вызвал дискуссию по физической интерпретации некоторых введенных авторами понятий.

В докладе И.В. Симонова (Институт проблем механики РАН, г. Москва) "Математическое и экспериментальное моделирование образования уникального

Патомского кратера" приведена математическая модель, которая объясняет волнообразную форму одного из сибирских кратеров.

Ряд докладов был посвящен распространению различного типа волн в упругих структурах. В докладе В.И. Ерофеева, В.В. Кажаяева, Н.П. Семериковой (Нижегородский филиал ИМАШ РАН) "Распространение и взаимодействие крутильных волн конечной амплитуды в упругом стержне" предложены математические модели, обобщающие уравнения крутильных колебаний стержней Кулона и Власова с учетом геометрической нелинейности. Проанализированы нелинейные крутильные стационарные волны. Обнаружен эффект расщепления солитоноподобных волн при встречных столкновениях. Показано, что в ряде случаев нелинейность привносит дисперсию, и что нелинейные стационарные волны могут существовать и при отсутствии дисперсии в линейной среде.

В докладе Т.М. Томилиной (ИМАШ РАН, г. Москва) "Численные методы в задачах виброакустики" анализирована роль численных методов на примере решения задач оптимизации конструкций. Подробно рассмотрен один из перспективных методов, развиваемых автором, – метод эквивалентных источников, его особенности и результаты его приложений.

В докладе А.В. Синева (ИМАШ РАН, г. Москва) "Снижение колебаний в источнике и на путях их распространения" приведены результаты исследований вибраций Московского метрополитена и предложены меры по снижению шума.

На конференции выступили директор ИМАШ РАН К.В. Фролов, директор Акустического института им. Н.Н. Андреева, Президент Российского акустического общества Н.А. Дубровский и председатель Научного Совета РАН по проблеме "Акустика" С.В. Егоров.

С краткими сообщениями выступили В.В. Тютюкин (Акустический институт, г. Москва), Г.Н. Кузнецов (Институт общей физики РАН), В.В. Коваленко (Научный Совет РАН "Гидрофизика"), И.Е. Цукерников (НИИ Полиграфмаш, г. Москва), С.М. Каплунов (ИМАШ РАН, г. Москва).

В целом конференция прошла на высоком научном уровне, была хорошо организована и технически оснащена. Учитывая роль виброакустики в развитии современной техники и повышенный интерес к ней как со стороны российских ученых, так и со стороны инженеров и конструкторов, участниками конференции было предложено сделать конференцию по общим вопросам виброакустики регулярной и проводить ее не реже одного раза в 2 года.

*Т.М. Томилиная*