

Г. А. Манакин доложил о газоструйных излучателях звука, разработанных в Одесском политехническом институте, и методике их исследования. Представляет интерес установка для автоматического измерения акустической мощности излучателей звука. Вопросу измерения акустической мощности был посвящен также доклад А. В. Кортнева, Ю. В. Рублева, Р. В. Протопопова.

Совещание приняло обширную резолюцию о задачах, стоящих перед организациями, занимающимися вопросами акустической коагуляции аэрозолей, в деле дальнейшего развития работ по акустической коагуляции и внедрения этого метода газоочистки в промышленность. В резолюции отмечена необходимость увеличения производства акустической и аэрозольной измерительной аппаратуры.

В. П. Куркин

IV МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ПО АКУСТИКЕ

С 21 по 28 августа 1962 г. в Копенгагене проходил IV Международный конгресс по акустике. В пленарных и секционных заседаниях участвовало свыше 1200 акустиков — научных работников, преподавателей высших учебных заведений, сотрудников промышленных фирм, представлявших свыше 30 стран. Наиболее многочисленными были делегации США (свыше 150 человек), затем следовали английская, датская, шведская, голландская, французская (от 50 до 100 человек), норвежская, японская, итальянская, швейцарская, венгерская, польская, канадская (от 10 до 50 человек) и другие.

На конференции были представлены и страны, в которых акустические исследования проводятся лишь с недавнего времени: Уругвай, Аргентина, ОАР, Австралия, Израиль, Турция, Иран, Новая Зеландия, Венесуэла, ЮАС. Советских акустиков представляли академик Н. Н. Андреев, К. А. Велижанина, И. А. Викторов, И. П. Голямина, Н. И. Кошкин, Ф. И. Кряжев, Л. М. Лямшев, А. С. Матвеев, Л. Г. Меркулов, проф. И. Г. Михайлов, проф. Л. Д. Розенберг, проф. В. В. Фурдуев и другие — всего 18 человек.

На пленарных заседаниях было прочитано 14 обзорных докладов, характеризующих важнейшие направления, наметившиеся в последние годы в физической и технической акустике. Работало девять секций, которые заслушали 310 докладов, в том числе секция анализа и синтеза речи — 33 доклада, психологической и физиологической акустики — 45 докладов, молекулярной акустики — 26 докладов, ультразвука и гидроакустики — 31 доклад, борьбы с шумами — 40 докладов, архитектурной и строительной акустики — 37 докладов, электроакустики — 39 докладов, физической акустики — 38 докладов, механических вибраций — 21 доклад, в том числе 5 докладов по музыкальной акустике.

Наибольшее число докладов было представлено американцами — 109. Затем из иностранных делегаций следовали акустики ФРГ — 40 докладов, английские — 34, французские — 20, голландские — 13, японские — 12, датские — 10, шведские — 10, венгерские 8 и другие.

Советские акустики прочитали 29 докладов. Таким образом, так же как и на Штуттгартском съезде, советские акустики прочитали, несмотря на свою относительную малочисленность, сравнительно много докладов. Следует также отметить высокую активность акустиков стран народной демократии. Венгры прочитали 8 докладов, поляки — 6, чехословаки — 3. Интересные доклады были представлены учеными ГДР.

Датские акустики выступали на этом конгрессе не только как ученые, но и как талантливые организаторы большого научного собрания.

Наибольшее число докладов на конгрессе, так же как и на предыдущем, было посвящено вопросам борьбы с шумами и вибрациями и проблемам акустики, связанным с этими задачами — приблизительно 1/4 докладов. Затем следовали вопросы психофизиологии речи и слуха, которые обсуждались на двух секциях (80 докладов); молекулярной акустики и ультразвука (60 докладов), звуковоспроизведения и пространственной акустики (40 докладов). На съезде был заслушан ряд докладов чисто теоретического характера (в особенности на секции физической акустики — по вопросам распространения звуковых волн в различных условиях), однако подавляющая часть докладов (80%) была посвящена оригинальным исследованиям теоретико-экспериментального характера, а также разработке новой аппаратуры и методов измерения. Сравнительно небольшое число сообщений на секциях было посвящено кратким обзорам состояния конкретных областей акустики. Как правило, вследствие необходимой сжатости изложения такие доклады не содержали новой для слушателей информации. Вообще же надо отметить, что, по-видимому, из-за большого количества докладов оргбюро конгресса не смогло последовательно провести специализацию секций. По-

этому иногда доклады, посвященные близким вопросам, зачитывались на различных секциях. Так, например, доклады об акустических гониометрах и изучении с их помощью направлений прихода отраженных сигналов в помещениях, были зачитаны на секциях архитектурной акустики (Гольдберг, СССР) и электроакустики (Ли а г о т и, ФРГ); доклады о вибропоглощающих конструкциях были зачитаны на секции механических колебаний (Тартаковский и Рыбак, СССР) и на секции борьбы с шумами (Киршнер, США; Г. Курц, ФРГ) и так далее. Число таких примеров можно было бы продолжить. Нам кажется, однако, что иногда действительно трудно было бы точно определить, в какой секции следовало бы поставить тот или иной доклад. Многие из них выгодно выделялись своей разносторонностью, представляя собой результаты теоретического и экспериментального исследований, имеющих принципиальный характер, а также разработки на основе этих исследований аппаратуры или практических предложений. Приятно было отметить, что за последние годы относительное и абсолютное число таких комплексных исследований в акустике значительно выросло (что нашло свое отражение в тематике докладов). Следует с удовлетворением отметить, что лишь незначительная часть докладов была посвящена изложению работ, имевших сугубо эмпирический характер (без теоретического освещения полученных результатов), либо представляла собой результаты выкладок, проведенных на основе хорошо известного математического аппарата, без всестороннего анализа физического смысла полученных результатов и их практического значения.

Конгресс начался в понедельник 20 августа публичной встречей участников конгресса и прибывших вместе с ними членов семей в Глиптотеке (музее, основанном в 1882 г. К. Якобсоном). В залах музея, содержащих прекрасные собрания египетских, греческих, римских скульптур, а также произведения современных датских и французских скульпторов (в частности, Родена), происходил прием членов конгресса и многочисленные беседы акустиков, уже ранее знакомых между собой и вновь знакомившихся. Процедура знакомства сводилась нередко к тому, что прочитав на именном знаке фамилию ученого, ранее известного по своим трудам, участник конгресса представлялся и, не теряя времени, начинал разговор на интересующую его научную тему. В такой непринужденной обстановке советские акустики, так же как и другие участники конгресса, завязали много обоюдointересных знакомств и установили, как принято говорить, многочисленные контакты с зарубежными коллегами. Было также приятно встретиться с участниками предыдущих конгрессов и обменяться информацией по поводу последних научных работ. Однако значительная часть присутствовавших была на конгрессе впервые, что свидетельствует прежде всего о росте числа акустиков-исследователей во всем мире.

Торжественное открытие конгресса состоялось в современном концертном зале в известном парке «Тиволи». Во вступительной речи председатель оргкомитета проф. д-р И н г е р с л е в (член Интернациональной комиссии по акустике, президент Северного акустического общества, включающего акустиков Дании, Финляндии, Швеции и Норвегии) отметил бурный рост акустических научных исследований во всем мире и высокую активность участников конгресса. С приветственной речью выступил министр образования Дании П е т е р с о н, указавший на важную роль акустики как науки, способствующей техническому и культурному прогрессу, и отметивший давние традиции интернационального сотрудничества среди акустиков. Президент Интернациональной комиссии по акустике проф. Ф у р е р (Швейцария) напомнил о больших успехах акустики за истекшее после предыдущего конгресса трехлетие и представил слово лауреату Нобелевской премии, известному ученому Б е к е ш и для почетного доклада по вопросу: «Художественный подход и научный подход». В этом докладе были приведены очень интересные аналогии между постепенно усложняющимися образами искусства и экспериментально находимыми научными закономерностями (в частности, в акустике). Доклад был иллюстрирован многими примерами, как из области развития искусства, так и развития понимания природы и вызвал большой интерес среди присутствующих.

Исполнявшаяся в перерывах музыка Бетховена, известного датского композитора Карла Нильсена и других датских композиторов позволила оценить по справедливости отличную акустику зала. Этот, построенный в 1956 г., зал, вместимостью 1776 человек, обладает временем реверберации $1,1 \div 1,5$ сек. Форма зала находится в полном соответствии с требованиями акустики. Скошенные стены и потолок, наличие достаточно глубоких расчленений отражающих поверхностей обеспечивают хорошую диффузность, равномерное «размешивание» первых отражений, что было особенно заметно при исполнении «музыкальных картинок» композитора Ф. Генриккюса.

Все остальные заседания происходили в актовом зале и аудиториях Высшей политехнической школы. Там же на балконах центрального холла были организованы все выставки. Это позволило участникам конгресса посещать интересующие их доклады на различных секциях и часто между собой встречаться. Рассмотрим вкратце содержание докладов на пленарных заседаниях:

В докладе Э р в и н а М а й е р а (ФРГ) «Новые аналогии между акустическими и электромагнитными колебаниями и волнами» говорилось о том, что распространение звуковых волн в трубе с расположенными на стенах резонаторами при наличии сильного постоянного воздушного потока эквивалентно распространению электрических

волн в волноводе с периодически изменяющейся структурой стенок и электронным пучком. В обоих случаях можно добиться значительного усиления распространяющихся волн и эти физические процессы качественно и количественно аналогичны. Докладчик указал далее на возможность перенесения в радиотехнику методов создания узко- и широкополосных поглотителей, так хорошо разработанных в акустике, и целесообразность использования в радиотехнике реверберационного метода измерений.

Ф у р е р (Швеция) доложил о деятельности Интернациональной организации по стандартизации (ISO) и Интернациональной электротехнической комиссии (IEC) в области акустики.

О биологическом действии интенсивного шума говорилось в докладе Г р а н д о н а (Швейцария). Докладчик сообщил, что шум болевого уровня может повлечь как функциональные, так и органические повреждения и привести к стойким патологическим изменениям обмена веществ.

Р о б и н с о н (Англия) рассказал о новейших достижениях в области методики измерений, позволяющих установить соотношения между физическими характеристиками интенсивных шумов (обычно нормируемыми) и неприятными ощущениями, вызываемыми интенсивным шумом.

В докладе Я н г а (США) говорилось об исследованиях в области музыкальной акустики за последнее десятилетие. Развитие электронной музыкальной техники позволило проанализировать физическими методами структуру музыкального звука не только электронных, но и классических музыкальных инструментов. Музыкальный звук отнюдь не состоит из синусоидальных колебаний, находящихся между собой в простых соотношениях. Простые соотношения были получены лишь при статистическом подходе к музыкальным звукам. Докладчик отметил, что исследования в области музыкальной акустики с 1940 г. выросли гораздо меньше, чем в акустике в целом (где число их учетверилось), и сказал, что, по его мнению, в следующем десятилетии в музыкальной акустике будут развиваться статистические методы исследования.

Б е р а н е к (США) рассказал о критериях, которыми следует руководствоваться при создании концертных залов и оперных театров. Эти критерии выработаны в результате семилетних исследований акустики 54 музыкальных залов в 16 странах. Помещения были разделены по акустическому качеству на 5 групп. Было определено примерно двадцать различных акустических признаков высокого качества, связанных с архитектурой зала. Залы наилучшей группы обладали всеми этими признаками, залы с удовлетворительной акустикой лишены некоторых из них.

Доклад В и н е р а (США) содержал результаты экспериментальных статистических исследований шумов и вибраций, создаваемых ракетными двигателями и воздействия шумов и вибраций на инженерные сооружения и людей.

Б р а н д т (Швеция) классифицировал способы измерения звукоизоляции перегородок в сооружениях в связи с необходимостью разработки международных стандартов методики и аппаратуры измерений. Доклад Я к о б с о н а (США) был посвящен новейшим исследованиям микроволновых ультразвуковых волн в твердых телах и частотах (1000 мГц и выше). О некоторых эффектах, которыми обычно пренебрегают при исследовании химического и биологического действия ультразвука, но роль которых весьма существенна, говорилось в докладе Д о н ь о н а (Франция).

Р о з е н б е р г (СССР) рассказал о физических явлениях, возникающих в звуковых полях высокой интенсивности. В докладе рассматривались гидродинамические силы, возникающие между частицами, находящимися в жидкости или газе. Докладчик предложил рассматривать кавитирующую жидкость как новую среду с изменившимися средними параметрами. В конце доклада было рассказано о сверхмощном концентраторе звука, построенном в Акустическом институте АН СССР, и о тех новых физических эффектах, которые удалось достигнуть и исследовать с его помощью. Доклад сопровождался демонстрацией кинофильма.

О временных и энергетических соотношениях, возникающих при слушании двумя ушами, рассказал Ч е р р и (Англия). Заключительные пленарные доклады Д э в и д а (США) и С к о у т е н а (Голландия) были посвящены вопросам анализа и восприятия речи.

Как видно из приведенного краткого обзора, пленарные доклады содержали исследования в самых различных областях акустики. Тем не менее, некоторые из важнейших направлений акустики остались все же в тени. Сюда относятся, например, проблемы звукоусиления в театрах и кино. Принципиальные вопросы акустических измерений, представляющие интерес для широких кругов акустиков, также не освещались на пленарных заседаниях.

Секционные заседания проходили по строго регламентированному расписанию. Заседания начинались одновременно в 14.00 и проводились синхронно. Для этой цели из аппаратной по системе центрального оповещения перед началом доклада и за минуту до окончания двадцатиминутного промежутка времени, представляемого для доклада, передавались сигналы метронома. Таким образом, доклады на всех секциях начинались и заканчивались в одни и те же моменты времени. Это было очень удобно, так как позволяло участникам секций, используя регламентированный пятиминутный перерыв между докладами, перейти на заседание любой из секций, будучи

уверенным, что интересующий их доклад начнется во время и они успеют к его началу. Чтобы оградить председателей секций от неприятной обязанности прерывать докладчиков, не уложившихся в регламент, по истечении предоставленного докладчику времени передавался музыкальный отрывок, громкость которого быстро нарастала.

Секция анализа и синтеза речи посвятила много внимания, помимо классических вопросов анализа закономерностей речи на различных языках (Тарноцки, Венгрия; Яссель, Швеция и другие) методике аппаратного автоматического исследования речи с непосредственной переработкой речевого сигнала и выделением характеристик речи (Уэисс, США; Гилл, Англия; Шрёдер и другие, США). Часть докладов была посвящена синтезу речи (Келли, США; Энтони, Англия; Кацпровский, Польша и другие).

На секции психологической и физиологической акустики рассматривались новые методы исследования, основанные на использовании современной аппаратуры (Флэнэган, США; Порт, ФРГ; Славик и Чалупова, Чехословакия; Шолл, ФРГ; Римский-Корсаков, СССР и другие). Модельные исследования слуха были рассмотрены в докладах Карбонеля, Уругвай; Ритсма, Голландия и других. О результатах исследования восприятия шумов доложили Коулс, Англия; Эссамалим, ОАР; Шредер и другие, США; Найт, Англия; Колмер, Чехословакия и другие.

Секция молекулярной акустики заслушала большую группу докладов, посвященных измерениям упругих параметров различных веществ в широком диапазоне температур (Хидеман, ФРГ; Хаб, Англия; Белл, Англия и другие) и исследованию различного рода особенностей изменения упругого состояния вещества при температурных изменениях и под воздействием интенсивных ультразвуковых колебаний (Джиа, Италия; Кандо и другие, Франция; Хантер, США; Капустин, СССР; Михайлов, СССР; Даниэльмайер, ФРГ, и другие). Вопросам изучения кавитации были посвящены доклады Сетте и другие, Италия; Вайслера, США; Вандерлинга, Италия и другие.

На секции ультразвука также рассматривались результаты измерения упругих констант веществ (Зигерт, ФРГ; Вэр, Польша; Линдсей, США; Брэдфилд, Англия; Мэзон и Брагер, США и другие). Докладывались работы, имеющие как физический (Бекер, США; Дегруа, Франция и другие), так и технический характер (Уайт, США; Мэй, США). Были обсуждены новые методы измерения и генерации ультразвука (Исакевич и Сиротюк, СССР; Зенкел и Колберт, США и другие).

Ряд докладов был посвящен вопросам гидроакустики (Толстой, США; Стюарт, США; Бреховских и Михальцев, СССР; Лорд и Ферри, США; Саито, Япония; Дитц, США и другие).

Тематика докладов на секции борьбы с шумами была весьма разносторонней. Часть докладов содержала описание новых методов измерения шумов и вибраций. К таким докладам следует отнести сообщение Уарда (Англия) о применении виброметров в сочетании с измерением воздушного звука для контроля распространения шумов по зданию и идентификации источников шумов, доклад Кобринского (Франция) о технике измерения шумов реактивных двигателей и другие. Многочисленные доклады касались вопросов образования и измерения шумов реактивных двигателей, шумов потоков и так далее. Группа докладов была посвящена транспортным и бытовым шумам (Бетцхольд, ФРГ; Галловой и Кларк, США; Брикмайер, Австрия; К. Курц, ФРГ и другие.) Интересный доклад о применении электронно-счетных машин в работах по борьбе с шумом сделал Лаубер (Швейцария).

О применении вибропоглощающих материалов для уменьшения вибраций и шумов докладывал Киршнер (США). Классификацию таких материалов изложил Г. Куртц (ФРГ).

Примерно половина докладов на секции архитектурной и строительной акустики касалась вопросов пространственной акустики, остальные — вопросов звукоизоляции и звукопоглощения. Шредер и другие (США) рассказали об опыте применения цифровых электронно-счетных машин для моделирования условий восприятия в помещениях. Борениус (Финляндия) рассказал о результатах измерения диффузности звукового поля в помещениях. Бургер и Лохнер (ЮАС) рассказали об импульсных измерениях на акустических моделях. Страсцевич (Польша) предложил использовать графический метод для анализа отражений звука от стен помещения. Доклад Кнудсена (США) об акустике помещений для музыки представлял собой ревизию критериев качества такого рода помещений с точки зрения новых исследований. Бургторф (ФРГ) описал электроакустический способ имитации звуковых полей в помещении для исследования условий субъективного восприятия. Он использовал магнитофонную задержку сигнала и искусственную реверберацию, подводя выходные сигналы к многочисленным громкоговорителям, расставленным вокруг слушателя. Джонсон (США), Делли (Канада) и Адам (Швейцария) описали акустические свойства и акустическое оборудование больших залов многоцелевого назначения. Оберст (ФРГ) измерял упругие параметры мягкого материала с закрытыми порами и, рассчитав на основе полученных данных коэффициент звукопоглощения, сравнил его с экспериментом. Рэс (Бельгия) пред-

ложил применять для измерения звукоизоляции нестационарный сигнал, что позволяет исключить влияние косвенного проникновения звука на результаты измерений. А р н и (Финляндия) сравнил результаты измерения звукоизоляции методом ISO и предложенным ван-ден Э й к о м и нашел, что они хорошо согласуются между собой. К у л ь и С т р у в е (ФРГ) оценили влияние виброизоляции двойных стен от фундамента на улучшение их звукоизоляции. Л а н г (Австрия) рассказала о результатах измерения звукоизоляции оконных и дверных рам жилых зданий. Основное значение имеет качество притвора и его длина.

Секция электроакустики заслушала ряд докладов о конструировании электроакустических преобразователей и исследований их параметров. Следует отметить доклады Н и з е (ГДР), Б р о х а (Дания), Х и л ь я р д а (США), П е т е р с о н а (Дания) и других, посвященные интересным путям разработки измерительной аппаратуры для исследования шумов. Остроумный способ измерения коэффициента Пуассона пьезоэлектрической керамики предложил В а л ь т е р (ГДР). Два доклада об излучателях интенсивного звука в воздухе и в жидкости были представлены Ф р и д м а н о м и Н о в и ц к и м (СССР).

На секции физической акустики Э к н а д и о с я н ц (СССР) сообщил о взаимодействии между частицами в звуковом поле, Б л э к с т о к (США) — о распространении волн с конечной амплитудой в трубе с потерями, К у к (США) — об искажении плоской волны конечной амплитуды в среде с потерями.

В докладе С о л у я н а (СССР) рассказывалось о нелинейной теории неплоских волн в термопроводящей среде. Г о л ь д б е р г и Н а у г о л ь н ы х (СССР) доложили о давлении радиации стоячих звуковых волн. Нелинейные колебания рассматривались также в докладах П о л я к о в о й (СССР), Х о х л о в а (СССР) и других. Были заслушаны также доклады о распространении волн в статистически неоднородных средах: Ч е р н о в (СССР) представил доклад о фокусировании волны с объемными статистическими неоднородностями; И н г а р д и М э л и н г (США) — об амплитудных флюктуациях звука при распространении в атмосфере с турбулентностью; М и ч э м (США) — о распространении звука в пространственно неоднородной среде и так далее.

Проблеме излучения были посвящены доклады С т р а с б е р г а (США), М а л е ц к о г о и П а е в с к о г о (Польша), Х у с ц т и (Венгрия), Х э к л а (США) и других. Интересные сообщения о взаимодействии акустических волн с потоками были сделаны Л я м ш е в ы м (СССР), П а у э л е м (США) и другими. Были также рассмотрены отдельные задачи теории дифракции, распространения волн в неоднородных средах и другие.

В заключение остановимся на работе секции механических колебаний. Здесь обсуждались проблемы излучения колебаний в твердые тела и распространения в них волн различных типов. Ряд докладов содержал результаты разработки методов и аппаратуры для исследования акустических процессов в твердых телах (Х а й с л е р, ФРГ; Т о р н, Англия; А р н с, ФРГ, и другие).

Большая часть докладчиков рассматривала, однако, сами процессы возбуждения и распространения колебаний в твердых телах (М е й е р, США; К н о п о ф, США; М ю л л е р, ФРГ; Н и м у р а, Япония; Т ю т е к и н, СССР; Л о р д и П и т т, Англия; В и к т о р о в, СССР; В и с м у т, Франция; Л и р к е и П о л ь м а н, ФРГ; Т а р т а к о в с к и й и Р ы б а к СССР; Ф и л и п ч и н с к и й, Польша и другие. Об измерениях параметров твердых сред акустическими методами доложили В и к т о р о в а и В о в к, СССР; Н е д е р в и н, Голландия и другие.

На заседании секции, посвященном музыкальной акустике, П и к л е р (США) сделал интересный доклад о возможности рассмотрения музыкального процесса с помощью особых «передающих» функций. Л и п п (Франция) и М а й е р (ФРГ) обсудили проблему гармонии музыкальных звуков.

Участники конгресса получили возможность подробно ознакомиться с работой различных лабораторий, с деятельностью исследовательских промышленных фирм, в том числе с лабораториями Ингерслева и Хартмана в Высшей политехнической школе, с фирмой Брюэль и Къяр и другими.

Участники конгресса были приглашены на прием в Ратушу Копенгагена, а также на прием в Мраморный дворец, устроенный Министром образования Дании.

Очень интересной была экскурсия членов конгресса на север Зеландии, где они смогли ознакомиться с историческими достопримечательностями Дании, старинными замками, музеями и бытом современной Дании.

В заключение надо отметить теплое отношение, проявленное организаторами и участниками конгресса к советской делегации.

Члены советской делегации, академик Андреев, Фурдуев, Михайлов, Лямшев, Меркулов и Тартаковский председательствовали на пленарном и секционном заседаниях. Советские акустики установили на конгрессе дружеские контакты со многими акустиками зарубежных стран, что приведет к взаимному обогащению идеями и позволит добиться в ближайшие годы дальнейших успехов в области акустики.

Следующий конгресс по акустике решено созвать в сентябре 1965 г. в Льеже (Голландия).

Б. Д. Тартаковский