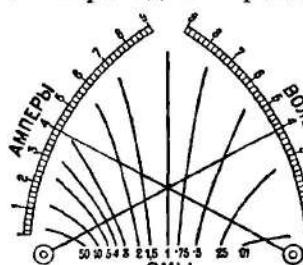


для получения шкалы большего радиуса. Для соблюдения единства шкал на досках, где смонтированы приборы как постоянного, так и переменного тока, иногда употребляются специальные магнито-электрические приборы с развернутой катушкой для получения развернутой шкалы.

Некоторые приборы специального назначения имеют шкалы, градуированные особым образом. На фиг. 8 указана шкала, градуированная для определения отношения двух количеств. Она применяется в омметрах фазометрах, частотомерах, в измерителях изоляции и пр. В частности, на фиг. 8 дан омметр: одна стрелка указывает силу тока 4 А, другая—напряжение 4 V; точка пересечения стрелок указывает на величину сопротивления 1 Ω. Подвижные шкалы приборов по своей сущности не д. б. индивидуальны. Все шкалы регистрирующих приборов и шкалы счетчиков работы



Фиг. 8.

электрич. тока (счетные механизмы) заготавливаются в массовых количествах, и Г. их заключается или в написании необходимых надписей на графленой бумаге или же в подборе передаточных колес от оси вращающегося диска к счетному механизму.

Lit.: Drysdale C. V. and Jolley A. C., Electrical Measuring Instruments, L., 1924; Edgcombe K., Industrial Electrical Measuring Instruments, 2 ed., L., 1918; Skirg W., Messgeräte und Schaltungen f. Wechselstrom-Leistungsmessungen, B., 1920; «Proc. of the Physical Soc. of London», L., 1917, v. 29, p. 215.

B. Егоров.

ГРАДУС. 1) Единица измерения дуг окружностей; дуга, равная $\frac{1}{360}$ части окружности, есть дуга в 1 Г. (1°). Г. делится на 60 мин. ($60'$), 1 мин.—на 60 ск. ($60''$). 2) Единица измерения углов: два радиуса, заключающие дугу в 1° , образуют угол в 1° . В градусной мере производится измерение углов, дуг меридианов, параллелей, широт, долгот, азимутов и т. д. $\frac{1}{400}$ ч. окружности называется градом; град делится на десятичные, сотые и т. д. части. 3) Единица разности температур; величина ее зависит от применяемой термометрической шкалы. 4) Г. ареометрический—условная единица разности удельных весов, зависящая от типа ареометра; в частности, для спиртометров выражает объемные %.

ГРАММОФОН, родовое название ряда аппаратов, способных воспроизводить произвольные звуковые колебания. Под граммофоном разумеются по преимуществу аппараты, в которых при регистрации и воспроизведении звука использованы исключительно механические приспособления (фонограф, граммофон, граффон, диктофон, патефон, тоноцикл, гомофон, парлофон, грамониум, грамола, фортелефон и друг.), но существуют и такие механизмы, в которых между исходным регистрируемым звуком и звуком воспроизводимым включаются промежуточные звенья немеханического характера—процессы электрические, световые, химические и другие (мотофон Эдисона, микрофонограф Дюс-

со, мультифон, хронофон, фонограф Лифшица, электромофон, телеграфон, фонографы Паульсона, Румера, Нернста, телефонографы Меркардье и т. д.). Ввиду затруднительности проведения границы между теми и другими, за аппаратами обеих категорий установилось общее название говорящих машин, или, как рекомендует Р. Лотар,—граммофоны.

Принципы записи и воспроизведения. Г. совмещает в себе два механизма с различными функциями: один—записывающий (recorder), другой—воспроизводящий (reproducer), при чем оба механизма материально связываются между собою через посредство закрепленной в твердом веществе записи звука (фонограмма), а во многих случаях имеют и другие общие органы. Основная задача всего процесса—закрепить в куске твердого вещества развертывающуюся во времени последовательность звуков так, чтобы в любой момент этот пространственный перевод временного процесса (звукозапись, фонограмма) мог быть переведен обратно в процесс временной. Этот перевод достигается через установление двойного соответствия между моментами времени и точками одномерного пространственного протяжения, при чем посредником этого соответствия служит движение тела, на к-ром производится звукозапись. Этот перевод временной последовательности в пространственную и обратно посредством движения составляет общий принцип всех Г. Тело, на к-ром закрепляется последовательность звуков, носит название рекорда (record). Необходимым условием тождества записанного звука с воспроизводимым является точная синхронность продвижения рекорда в процессе записи и в процессе ее воспроизведения, достигаемая на практике исключительно помощью равномерн. вращения рекорда.

Граммофонные рекорды чаще всего имеют вид цилиндра, при чем для звуковой записи служит либо его основание либо боковая поверхность. В первом случае цилиндр имеет вид тонкого диска и носит название граммофонной пластиинки (односторонней или двусторонней, в зависимости от использования); во втором случае рекорд называется валиком, или цилиндром. Для получения особенно длинной непрерывной записи рекорду придают вид гибкой ленты, которая наматывается на катушку (фонографы Лифшица, Румера и других). Иногда, наконец, фонограмма наносится на линейку.

Запись звука основана на изменении поверхности рекорда действием звуковых вибраций воздуха, при чем эти изменения д. б. пропорциональны амплитуде записываемой звуковой волны. Чаще всего эти изменения состоят в механической деформации поверхности рекорда и достигаются либо непосредственным механическим действием звука либо посредствующими процессами (химическим, фотохимическим). В нек-рых случаях запись осуществляется немеханическими следами (оптическими, магнитными, химическими). Наиболее распространенным является механический прием записи звука. В этом случае изменение поверхности рекорда

основано на переводе продольных колебаний звука в колебания попречные, так что деформация поверхности рекорда перпендикулярна к направлению его движения. Перпендикулярность колебаний к направлению движения рекорда (каковое соответствует направлению звукового луча) может мыслиться либо в касательной плоскости рекорда либо в плоскости, нормальной к ней и касательной к траектории данной точки. Т. о., следы на поверхности рекорда м. б. либо плоскими либо углубленными. На вкладном листе представлено микрофотографич. изображение фонограмм, нанесенных по тому и по другому принципу: I представляет граммофонную запись постоянной глубины, т. е. с колебаниями в плоскости рекорда, а II показывает вид углубленной фонограммы, с колебаниями, перпендикулярными к поверхности рекорда; профиль такой фонограммы изображен на фиг. 1. Кроме этого различия в направлении колебаний, запись звука может еще существенно отличаться характером деформации: в одних случаях она достигается выдавливанием поверхности, в других—вырезыванием ее. Таким образом, в зависимости от характера фонограммы, установились 4 основных типа граммофонов (табл. 1).

Табл. 1.—Основные типы фонограмм.

Характер деформации	Направление колебаний	
	параллельно бинормали звуковой записи (плоской)	параллельно нормали звуковой записи (углубленной)
Пластическая	Фоногравюра Берлинера по стеклу и цинку или другим металлам	Первоначальный фонограф Эдисона с оловянной фольгой. Демонстрационный фонограф с линейной и оловянной фольгой. Фонограф Лиоре с размеченным целлюлоидом
Гравюрная	Фонограмма Берлинера по восковому составу	Патефон с старатовыми валиками

Основное техническое требование, предъявляемое к Г.—точность воспроизведения звука, по высоте, силе и тембру,—м. б. осуществлено лишь при строгой пропорциональности между амплитудами звукозаписи и исходного звука (необходимое условие даже в тех случаях, когда сила или высота звука подлежат изменению). Поэтому сопротивление вещества рекорда деформирующему усилию записывающего острия должно быть в точности пропорционально усилию. При пластической деформации и нормальному направлении колебаний этому условию довольно хорошо удовлетворяет тонкая оловянная фольга на очень мягкой подкладке. Вещества, которые наложены толстым слоем, совершенно непригодны, так как если они достаточно мягки для получения пропорциональности при наибольших амплитудах, то звуковой след будет затекать;

если же, во избежание затекания, сделать их твердыми, то верхушки волн будут уплощены, звуковая кривая потеряет симметричность, и звук окажется искаженным. Практически, для углубленной записи пригодным оказалось лишь вырезание по рекорду; однако, и вырезание не дает профиля вполне симметричного относительно средней линии, как видно, в частности, и на примере одного из таких профилей, вычерченного Л. Германом (фиг. 1). При плоской записи, т. е.

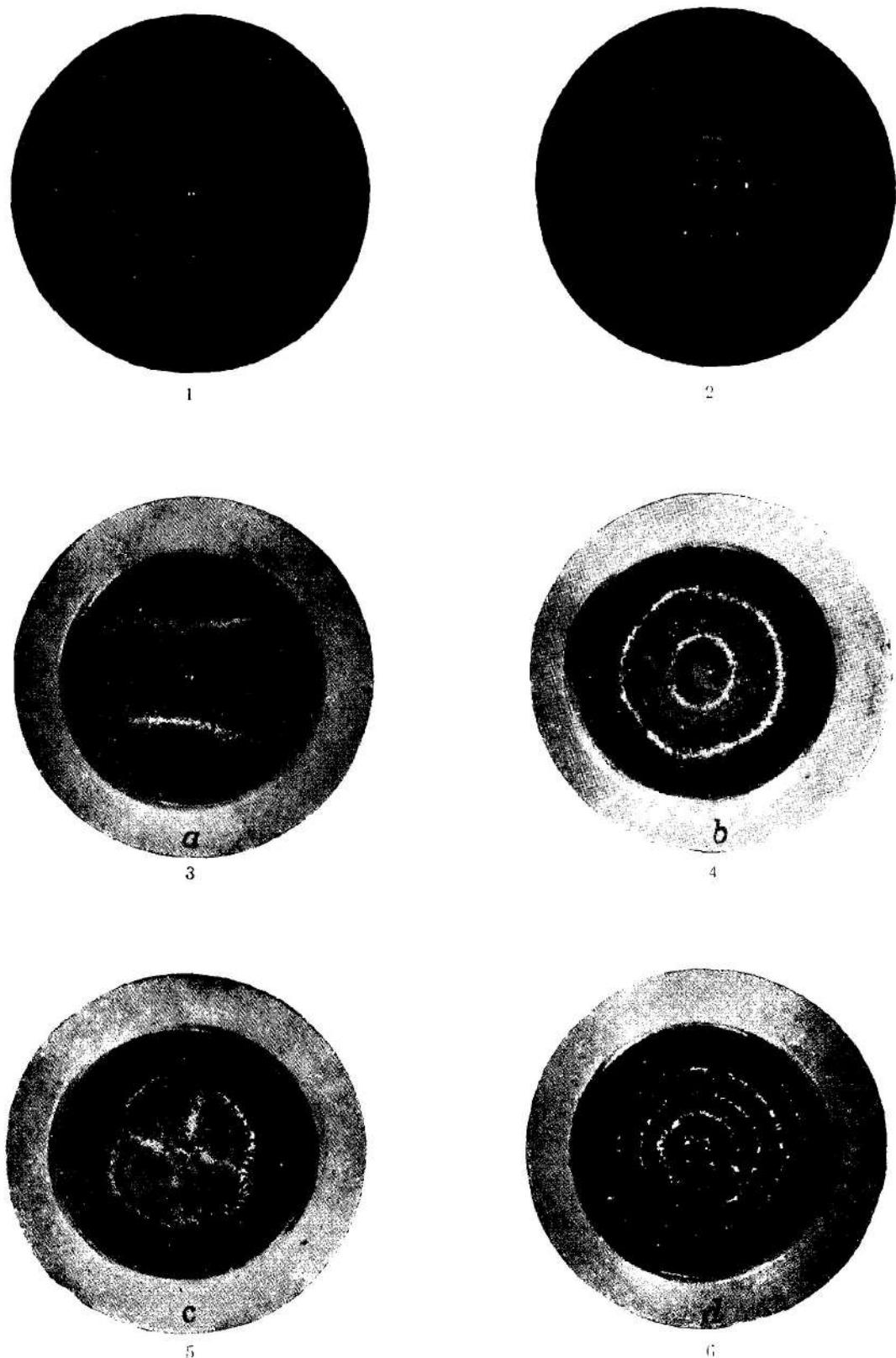
параллельной бинормали звуковой волны, избегнуть уплощения верхушек волны зна-



Фиг. 1.

чительно легче, даже при пластической деформации, так как здесь возможно применение тонких слоев и весьма мягких составов на вполне твердой подкладке и последующее закрепление нежного следа при помочи травления.

Звуковая система. Для передачи звуковых колебаний рекорду служит звуковая коробка из металла, дерева, эbonита и т. п. материала, в виде круглого цилиндра; одно основание его затянуто тонкой, способной выбиривать пластинкой, обычно называемой диафрагмой, или мемброй, а другое—герметически закрывается крышкою, в к-рой утверждены упоры (тонары). Последний, в свою очередь, сообщается со специальной трубой, называемой рупором, или павильоном. К диафрагме присоединяется, в одних случаях непосредственно, в других—через посредство различных рычажных систем, записывающее острие (стиль). Вся звуковая часть Г. должна удовлетворять ряду тонких требований, несоблюдение к-рых ведет к искажению звука вследствие избирательного (непропорционального) поглощения нек-рых обертонов, а еще более—вследствие возникновения собственных колебаний или избирательного усиления существующих колебаний через резонанс. Несмотря на все старания, до сих пор еще не достигнуто полное устранение различных побочных звуков, которыми сопровождается воспроизведение звука в Г.—шумов, тресков, шипения, хрипения, металлическ. звуна, гнусавого тембра. Эти побочные звуки частично возникают при самом процессе записи звука, частично же присоединяются в процессе воспроизведения звука. С первыми нужно бороться при звукозаписи, вторые же до известной степени м. б. ослабляемы рациональным устройством воспроизводящего механизма. Источниками побочных шумов м. б.: 1) трение записывающего и воспроизводящего стилей о поверхность рекорда, особенно, если вещество его недостаточно однородно или если существует несоответствие между формою конца стиля и формою звуковой борозды; 2) собственные вибрации рекорда; 3) собственные колебания диафрагмы, не входящие в состав ее вынужденных колебаний под действием звука или механическ. толчков от звукозаписи, а также резонанс; 4) резонанс звуковой коробки, звукопровода и рупора, а равно их соб-



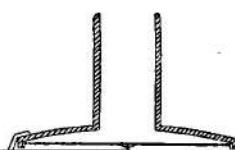
1. Микрофотографический снимок фонограммы постоянной глубины (по Э. В. Скрипчуру). 2. Микрофотографический снимок фонограммы углубленной (по Э. В. Скрипчуру). 3, 4, 5, 6. Фотографические снимки колеблющихся мембран, посыпанных песком для обнаружения узловых линий (по Д. К. Миллеру).

ственная вибрация, в частности—от толчков движущего механизма.

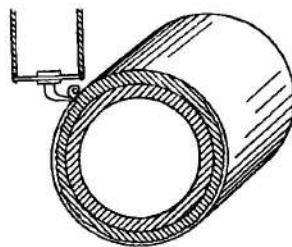
Стиль. Весьма ответственна в Г. работа стиля, который д. б. различен при записи и при воспроизведении. Записывающий стиль должен иметь четкую форму, точно сохра-

нять ее, не деформируясь и не стираясь от работы, и давать вполне точные очертания звукового следа. Форма конца и направление оси записывающего стиля различны в зависимости от способа записи. Так, напр., у

Эдисона стиль, выдавливавший глубинный след, представлял собою заостренную стальную иглу, направленную нормально к плоскости диафрагмы и нормально же к цилиндрич. поверхности рекорда. При поверхностной записи стиль направляется нормально к поверхности рекорда, но параллельно плоскости диафрагмы. В аппарате Берлинера (фиг. 2 и 3) он делался из иридия и тоже имел форму острия. Наиболее трудна работа стиля, когда он гравирует поверхность рекорда,

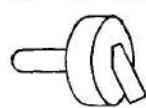


Фиг. 3.



Фиг. 4.

углубляясь соответственно амплитуде и, следовательно, несет функцию резца. Тут форма этого стиля представляет миниатюрный резец с острым режущим углом. Соответственно с несимметричным относительно своей оси срезом, такой стиль располагается под углом к плоскости диафрагмы и наклонно к касательной плоскости рекорда. В грофоне Тейнера 1889 г. стилем была режущая пластинка (фиг. 4), гравировавшая на рекорде винтовую бороздку глубиною $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{4}$, мм и дававшая восковую стружку



Фиг. 5.

тоньше волоса, так что записанная часть цилиндра казалась лишь матовой. В фонографе Пате (патефоне) применяется сапфировый резец, разработанный

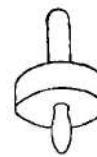
Лиоре (в 1897 году) и Бюрге (1900 г.—фиг. 5). Наконец, при записи промышленного характера стилем служит также алмаз.

Требования, предъявляемые к воспроизведению стилю, имеют двойственный характер. Так как поверхность воспроизводящего рекорда значительно тверже, чем у записывающего, а звуковоспроизведение требует давления стиля в $1\ 000\ kg/cm^2$, то при бесчисленных ударах его о поверхность рекорда имеются все данные для деформации и стирания стиля, если он не будет изготовлен из достаточно твердого материала. Но, с другой стороны, стиль не должен повре-

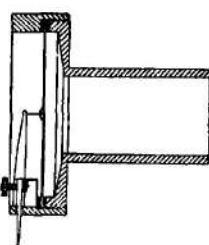
ждать или царапать фонограмму. Для примирения этих противоречивых требований употребляют или сравнительно мягкий, но легко сменяемый стиль, или сообщают твердому стилю особую форму, неспособную царапать рекорд. Наиболее распространены стальные иглы с округлым острием, упирающимся не в дно, а в края звуковой бороздки (фиг. 6), при чем для сохранения рекорда при каждом звуковоспроизведении ставится новая игла. На рынок выпускаются три номера игл различной формы, твердости и механич. прочности— для громкого звука, среднего и слабого. Вырабатываются также иглы для многократного употребления; таковы америк. иглы на 50, 100 и даже 300 воспроизведений, состоящие из сравнительно толстого стержня—рукоятки, в которую вставляется тонкое короткое острие, диаметр к-рого соответствует ширине звуковой бороздки. Германом предложена игла, состоящая из весьма тонкой фортепьянной струны, укрепляемой между двумя иглодержателями, из которых она выступает только на 1 мм, но поворотами винта может по мере срабатывания выдвигаться, так что такая игла может служить 10 000 раз. Однако, все эти долго служащие иглы дают худший акустический эффект, чем обычные иглы. В Англии и в Америке производятся также золоченные иглы, но они не имеют технич. оправдания, так как золото стирается уже после двух воспроизведений, и тогда с рекордом соприкасается уже не золото, а сталь. Делались попытки ввести воспроизводящие стили из шипов розы, рыбьих и других костей, твердого каучука, бамбука, самшита, целлюлоида, рога, слоновой кости. Сапфировые стили, предложенные Лиоре (фиг. 7)



Фиг. 7.



Фиг. 8.



Фиг. 9.

и Бюрге (фиг. 8), с закругленным концом, усвоены конструкцией Пате, при чем в последней сапфир иногда заменяется твердым стеклом. Применение этих стилей значительно улучшило звук, но оно возможно только при корытообразных бороздках, примерно в 4—6 раз более широких, чем при стальных иглах; в этом случае звуковоспроизведение основано на повышении и понижении дна бороздки, тогда как у пластинок для стальных игл эффективно колебание звукозаписи в одной и той же горизонтальной плоскости (фиг. 9). Запись по последнему способу (принцип Берлинера) дает несравненно лучшие результаты, чем по способу углублен. вырезания (принцип Тейнера).

Диафрагма. Диафрагма, с которойю механически связан стиль, делается в виде круглой тонкой пластинки, преимущественно из слюды, толщиною ок. 0,25 мм; для замены слюды предлагали: дерево, сталь, серебро, алюминий, стекло и пропитанную бумагу. Диафрагма д. б. наглухо присоединена к звуковой коробке так, чтобы края диафрагмы не могли колебаться, чтобы в месте соединения не могли передаваться диафрагме колебания стенок камеры, и чтобы, наконец, через зазор не происходило просачивания воздуха, каковое ведет к потере звуковой энергии. Такое присоединение к коробке при вибрационной изоляции достигается зажатием края диафрагмы между двумя резиновыми кольцами. Равномерному распределению давлений в диафрагме способствует закрепление ее краев помошью вазелина, в отличие от обычного закрепления металлическим ободком. Т. о. диафрагма, будучи в механическ. отношении скорее жесткой пластинкой, чем мембраной, имеет, однако, по краю узел, а не пучность, и по условиям колебания приближается к мембрane. В общих чертах такая система характеризуется способностью совершать любые вынужденные колебания; она была бы совершенной диафрагмой, если бы имела только это свойство. Однако она способна также и к собственным колебаниям—обертонам, изменяющим тембр записываемого, а равно и воспроизводимого звука. Теория колеблющейся мембранны разработана Релеем. Дифференциальное ур-ие, определяющее колебания круговой мембранны, выражается в полярных координатах r и φ так:

$$\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} = c^2 \left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi^2} \right),$$

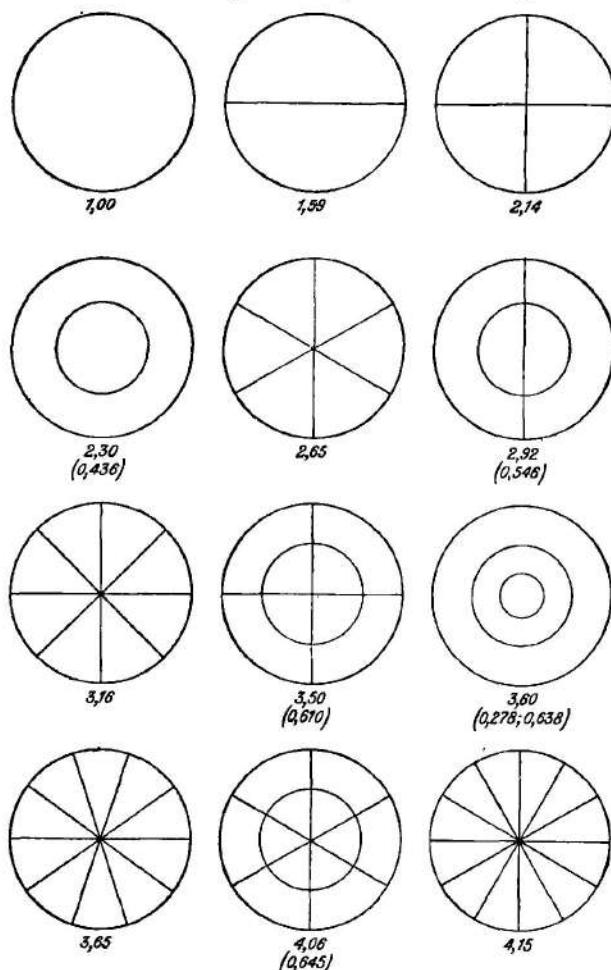
где w есть элонгация данной точки (r, φ) во время t , а $c^2 = \frac{p}{\rho}$, т. е. отношению модуля упругости диафрагмы к ее плотности. Это уравнение, при пограничном условии $w = 0$, $\frac{\partial w}{\partial r} = 0$, по краю пластинки удовлетворяется двумя функциями: цилиндрическими w_r и тригонометрическими w_φ , соответствующими делению мембранны на концентрические кольца и на круговые секторы. При этом $w_r = \sin qr$ и $w_\varphi = \cos qr$, а $w_r = J_h(xr)$ и $w_\varphi = N_h(xr)$, где J_h —бесселева функция порядка h , N_h —нейманова, а q —постоянная. Табл. 2 дает сводку обертонов круглой мембранны.

Табл. 2.—Относительные числа колебаний всех тонов круглой мембранны в первых трех октавах (по Ауэрбаху).

1,00	2,14	3,16	4,06	5,13	6,10	7,07
1,59	2,30	3,50	4,15	5,14	6,15	7,08
	2,65	3,60	4,23	5,42	6,18	7,21
	2,92	3,65	4,60	5,54	6,21	7,33
			4,64	5,61	6,53	7,47
			4,83	5,66	6,59	7,52
			4,91	5,98	6,89	7,56
					6,75	7,63
					6,85	7,72
						7,90

Узловые линии мембранны представлены, согласно вычислению, на фиг. 10; подписаные под изображениями числа без скобок обозначают относительное число колебаний, если число основных колебаний принять за 1; числа же в скобках выражают от-

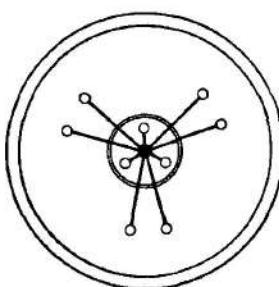
носительную длину радиусов узловых окружностей, если радиус мембранны принять за 1. Как показал опыт (Д. К. Миллер, С. Н. Ржевкин), на практике получается



Фиг. 10.

удовлетворительное совпадение с вычислениями Релея. Распределение узлов на колеблющихся мембранных показано на вкладыше (III). Уничтожение собственных колебаний диафрагмы, очевидно, может быть достигнуто жесткою связью отдельных ее зон, исключающею появление местных пучностей. Этой цели служит диафрагма Бюрге (фиг. 11), имеющая супорт для стилей как записывающего, так и воспроизводящего, укрепленный на мембранны помошью спиц, связывающих супорт с различными зонами мембранны. Аналогичное устройство было применено также в фонографе Эдисона. До известной степени та же задача решается и в патефоне: записывающий стиль держится здесь в удлиненном супорте, приклеиваемом к мембрани радиально, а воспроизводящий—в круглом, с широким кольцевым основанием. Звуковая коробка Бюрге имеет особый супорт, дающий свободу ее движениям и подходящий к вставке в любой граммофон.

Следующий источник звуковых искажений—звукопровод, механически сооб-



Фиг. 11.

щающий звуковую коробку с рупором и способный своими стенками устанавливать вибрационное сообщение между этими частями. Задача конструкции состоит здесь в сочетании возможно легкого воздушно-акустического сообщения этих частей и возможно полного разобщения их в отношении вибраций через стенки. Это достигается, во-первых, изготовлением звукопровода из мягкой вулканизированной резины (напр., в патефоне) и, во-вторых,—расчленением самого рупора, как это сделано Лиоре.

Рупор. Устройство самого рупора имеет много различных видоизменений, гл. обр., в отношении материала. При конструировании рупора необходимо устраниить резонансовые вибрации его стенок, придающие звуку металлический тембр, и поглощении звука, делающее звук глухим. Должно быть также предусмотрено, чтобы звукопровод и звуковая коробка не были в напряженном состоянии от тяжести рупора. От материала рупора требуются возможная легкость и дешевизна. Для широкого распространения Г. практически далеко не безразличен также габарит рупора и возможность скрыть его в ящике прибора. В записывающем Г. Берлинера рупор имел большую длину и подвешивался как длинный маятник, описывая при перемещении над диском дугу малой кривизны. Лиоре ввел алюминиевый рупор и нашел полезным укреплять у середины длины рупора небольшую металлическую массу при помощи винта, проходящего сквозь стенку и закрепленного гайкою; от этого небольшого приспособления сила звука почти удваивается, и значительно возрастает ясность произношения. Кроме того, Лиоре перед первым рупором ставит второй, большего размера и конич. формы, выделанный из тонкого металлического листа. При этом сила звука увеличивается, по крайней мере втрое, и артикуляция делается чрезвычайно ясною. В фонографе Пате имеются два различных рупора: малый конический, из картона—для записи и больший, из штампованного алюминия, трубообразный, в виде псевдосферы—для воспроизведения. Широко распространенные дешевые Г. имеют рупор большую частью крашеный железный, при чем тембр их звука весьма низкого качества. Напротив, в дорогих, т. н. безрупорных Г., рупор скрыт в ящике или шкафе прибора и представляет деревянную воронку в виде полой четырехгранной пирамиды; при таком устройстве в рупоре не возникает резонансовых колебаний, металлического звука и гнусавого тембра, и весь прибор выигрывает в удобстве и изяществе. Странное очистить звук от искажения, привносимого рупором при записи, повело даже к полному устранению рупора и к применению микрофона.

Монтировка и движение рекорда. Монтировка рекорда д. б. быстрой и вместе с тем достаточно надежной, чтобы не происходило качания или скольжения его во время действия аппарата. В валиковых фонографах это достигается слегка конической формою металлического пустотелого барабана, на к-рый надвигается с легким давлением тоже слегка коническ. валик. В Г. пластинка надевается

своим центральным отверстием на выступ вращающейся платформы; покрывающее эту платформу сукно изолирует пластинку от толчков и вибраций механизма и вместе с тем достаточно увеличивает трение между пластинкой и платформой, чтобы не было между ними скольжения. Первоначально вращение производилось непосредственно рукой, при чем поступательное движение сообщалось не звуковой коробке, а цилиндру. Модель фонографа 1889 г. вводит поступательное движение не цилиндра, а диафрагмы, при чем источником движения служит электродвигатель с шаровым регулятором скорости. В Г. Берлинера записывающий аппарат имел скорость 30 об/м. В графофоне Тейнтера скорость нормального вращения цилиндра равнялась 180—190 об/м.; поступательное движение сообщалось не цилиндру, а записывающей системе, и имела скорость ок. 26 мм/мин. В фонографе Вернера двигателем служит часовой механизм с шаровым регулятором и фрикцион. тормозом. Эта система впоследствии оказалась наиболее практичной и усвоена многими другими конструкциями, в том числе и патефоном.

Производство рекордов. По рабочей функции необходимо различать: а) рекорды, несущие только службу записи, б) рекорды, служащие только для воспроизведения звука, и в) рекорды, совмещающие обе функции. Физич. свойства составов для рекордов вышеуказанных трех функциональных типов д. б. различные, в связи с чем меняется и рецептура состава; последняя, впрочем, зависит также от экономических причин и от необходимости идти в сторону, не закрытую патентами.

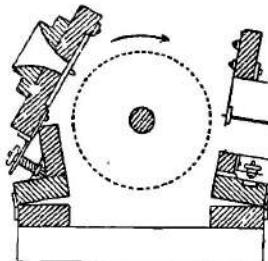
Общие технические условия на составы рекордов для записи определяются основным требованием—не стеснять колебания диафрагмы. Если запись ведется через пластич. деформацию вещества рекорда, то оно д. б. возможно более мягким, лишь бы только след стиля сохранился на поверхности рекорда до закрепления звукозаписи и обработки рекорда. Если же запись осуществляется вырезанием по поверхности, то вещество рекорда д. б. достаточно твердым, чтобы не размазываться и не забивать стиля, а выкрашиваться или давать легко удалаемую стружку, требуя при этом наименьшего усилия. В обоих случаях состав рекорда д. б. вполне однороден или, во всяком случае, содержит дисперсную fazу низшего порядка малости, чем наименьшие из получаемых следов звукозаписи. В смысле t° он д. б. достаточно легкоплавок, чтобы не затруднять отливки, но не настолько, чтобы рекорды могли размягчаться при t° рабочего помещения. Вопрос о стоимости этого состава может считаться второстепенным, тем более, что по изготовлении матриц оригиналы м. б. переливаемы.

Составы для звуковоспроизведенияящих рекордов должны возможно лучше сохранять при воспроизведении звука полученную ими звукозапись. Для этого вещество рекорда д. б. достаточно твердым, чтобы трение звуковоспроизводящего стиля не сглаживало и не сминало следов звуковой записи, особенно на выступах или

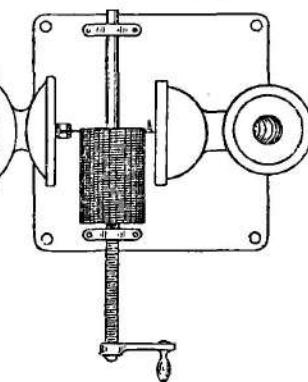
крутых поворотах звуковой бороздки. Условием этой способности, кроме твердости, является возможно более высокая $t^{\circ}_{\text{пл.}}$, однако не настолько высокая, чтобы затруднялась отливка или штамповка. Обычно требуется, чтобы эта t° не превосходила 150° . Кроме того, состав таких рекордов д. б. достаточно однороден, чтобы не вносить при воспроизведении резких изменений в условия трения и удара о звуковоспроизводящий стиль. Однако требование однородности в этом случае далеко не столь жестко и строго, как для записывающих рекордов, т. к. при изготовлении воспроизводящих рекордов их поверхность сама собою приобретает сравнительную однородность и в процессе звуковоспроизведения стиль уже не будет наталкиваться на непредвиденные препятствия (что легко может происходить при процессе записи). Наконец, для воспроизводящих рекордов, в виду массового их изготовления и значительного количества идущего на каждый рекорд материала, немаловажно требование дешевизны состава. Т. о., требования, предъявляемые к рекордам записывающей и воспроизводящей функций, до известной степени исключают друг друга, вследствие чего граммофонное дело в массовом производстве резко обособило процесс звукозаписи от процесса звуковоспроизведения, приурочив каждый из них к отдельным рекордам и выработав для каждой категории специальные составы. В некоторых случаях, однако,—для научных звукозаписей, в домашнем быту, в деловых сношениях, при обучении и т. п. (т. н. диктовальные машины, или диктофоны)—оба процесса приходится вести на одном и том же рекорде и, следовательно, применять состав, который, по возможности, совмещал бы в себе те и другие свойства. Очевидно, такое совмещение возможно лишь путем частичного удовлетворения обеих функций. Другой способ объединения двух разнородных функций в одном рекорде заключается в преобразовании состава рекорда посредством отверждения его поверхности после нанесения записи. До известной степени приемы этого рода и применяются в отношении целлюлоидных валиков Лиоре и восково-стеариновых рекордов Пате; но, вообще, подобные приемы разработаны недостаточно, вероятно, вследствие сравнительно малой промышленной потребности в них.

В первоначальных фонографах Эдисона (1877—87 гг.) валик с выдавленными на нем углублениями звуковой записи (фиг. 12 и 13) оклеивался тонким (1 г/дм^2) листовым оловом, свинцом или листочками сплавов. Попытки Эдисона улучшить этот валик потерпели неудачу, и выдавливание уступило место глубинному разрезанию поверхности и плоской звукозаписи (фиг. 14). В 1879 г. Ламбриго применил воск для изготовления записывающего рекорда. В 1886 г. Тейнтер видоизменил этот способ, разработав производство картон. цилиндров, покрытых тонким слоем воска, на котором глубина нарезки составляла $\frac{1}{6}—\frac{1}{4} \text{ мм}$. В 1888 г. Эдисон остановился на сплаве «отверженного» воска, точный состав которого не был им опубликован. Дальнейшая разработка вы-

яснила значение стеаринов и затем монтанатов (натрия и других металлов): эти мыла, обладая твердостью и высокой $t^{\circ}_{\text{пл.}}$, дают тембру звука звонкость и чистоту, а сплаву — однородность. Таблица 3



Фиг. 12.



Фиг. 13.

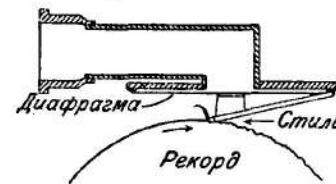
дает характеристику некоторых применяемых веществ, в сравнении с весьма совершенным, но трудно применимым на практике материалом—стеклом.

Табл. 3.—Физические свойства составных частей рекордных сплавов.

Вещество	Относит. скорость звука	Уд. в.	Относит. коэффиц. упругости
Стекло	1	2,390	1
Стеарин	0,265	0,974	1/35
Парафин	0,251	0,908	1/42
Воск	0,166	0,971	1/88
Сало	0,75	0,917	1/461

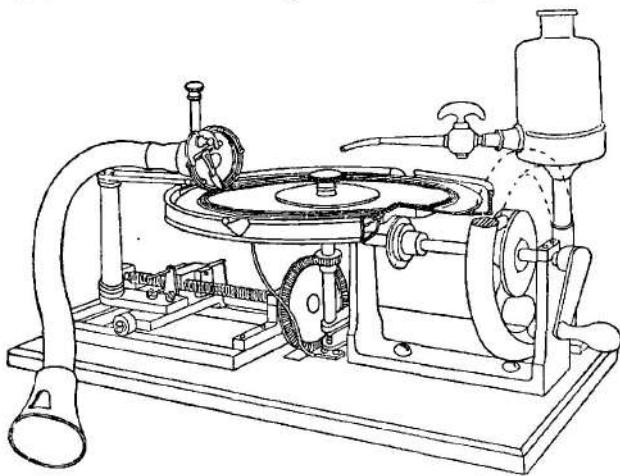
Восковой валик Эдисона, по нанесении на него фонограммы, золотился помостью катодного распыления током высокой частоты и затем покрывался гальванопластич. медью. Т. о. получался медный негатив, с к-рого снимались восковые или целлюлоидные копии. Звуковоспроизведение восковых валиков отличалось точностью, но сила звука была слаба и составляла приблизительно $\frac{1}{16}$ силы звука современных дисковых Г. Но особенноими их недостатками были непрочность и значительный вес. Целлюлоидные цилиндры были свободны от этих недостатков, но зато не давали чистой передачи вследствие невозможности при изготовлении копий очистить за-зор от застревавших в нем воздушных пузырьков. В 1888 году Э. Томсон указал, что исходный прием Эдисона (выдавливание) мог бы дать ценные ре-зультаты, если бы было найдено вещество, дающее углубления, прямо пропорциональные амплитудам стиля.

В том же 1888 г. Э. Берлинер в Америке, желая сделать сопротивление рекорда движению стиля минимальным и получить углубления, пропорциональные амплитудам, применил принцип деформации в плоскости рекорда (фиг. 15). Разработанный им прием звукозаписи—«искусство офорктной гравировки человеч. голоса»—получил далее название фоногравюры. Исходя в технике записи из закопченного фонавтогра-



Фиг. 14.

фического цилиндра Л. Скотта (1857 год), Берлинер перед закалчиванием поверхности стал ожирнять ее помошью масляной краски. Разработанные им техническ. приемы фоногравюры несколько различны, в зависимости от той пластины, на которой вытравливается звуковой след. Малые пластины, не предназначенные к размножению, делаются



Фиг. 15.

из стекла. Стеклянный диск покрывается тонкой пленкой парафинового масла; это достигается наливанием на поверхность диска раствора 1 части парафинового масла в 20 ч. бензина или газолина, с последующим испарением растворителя и закалчиванием поверхности над лампой. По этому слою делается звукозапись, которая затем и проравливается. Пластины большего размера делаются из листового полированного металла, обычно—цинка; поверхность листа покрывают тончайшим восковым слоем при помощи раствора 30 г тонко натертого чистого желтого пчелиного воска в 0,57 л бензина. Воск экстрагируют этим растворителем, затем экстракт тщательно декантируют от нерастворенных частей (белый воск) и прозрачную жидкость наливают на металлич. лист, на к-ром по испарении бензина остается тончайшая иризирующая восковая пленка, губчатая, пористая и чрезвычайно чувствительная к малейшему прикосновению. Эту пленку покрывают вторым таким же слоем, защитным, после чего диск готов к записи. Во время записи на поверхность рекорда наливают слой жидкости (обыкновенного спирта или воды), смывающей посторонние пылинки и частицы вырезанного воска и облегчающей прорезание звуковой бороздки. Т. к. фонограмма еле видна, а до травления кислотой иногда нуждается в просмотре, то в некоторых случаях восковую пленку слегка закалчивают над камфорным пламенем, но осторожно, чтобы не расплавить воска. Травление фоногравюры делается водным раствором хромовой к-ты (1 в. ч. к-ты на 3 в. ч. воды, а по другим данным—3% к-ты), не образующим пузырьков водорода, к-рые вредят чистоте травления. Оборотную сторону пластинки предварительно покрывают расплавленным воском или специальным лаком. Травление длится 15—20 мин.; уже по прошествии 10 минут бороздка проравливается на глубину 0,1 мм. Звуковая линия здесь непрерывна. Получен-

ная гравюра уже способна давать звукоизведение, но на практике она служит лишь оригиналом для гальванопластич. изготовления медной матрицы, толщиной в 3—4 мм. При помощи этой матрицы, на термопластич. материале, который при t° ниже 50° уже становится твердым и приобретает достаточное механическ. сопротивление, оттискивают размножаемые копии. В качестве такого материала были испробованы целлюлOID, твердый каучук, разнообразные воски и другие вещества, но без достаточного успеха. Лишь в 1897 г. был найден Берлинером, в сотрудничестве с Duranoid Co, подходящий материал—дураноид, один из электроизоляционных пластическ. составов, объединяемых америк. электропромышленностью под общим названием «композиции» или «композиции, стойкой против невысоких t° » (класс C). Эта композиция состоит из смол с землистыми наполнителями, волокнами и красителями. Массы этого рода должны быть вязкими и не содержать зерен; растяжимость рекордных масс требуется большая, чем обычных формовочных. Запись по цинку страдала, однако, от присоединения к звуку посторонних шумов—шипения, треска и т. д., вызываемых некоторой неправильностью разъедания цинка при травлении и царапанием иглы о дно звуковой бороздки, в случае несоответствия между формой конца иглы и формой бороздки. В 1897 г. американец Джонс применил для записи на дисковых рекордах восковой состав, употреблявшийся до тех пор только для валиков. Принцип записи—углубленное вырезание воска по спиральной линии.

Воспроизводящие рекорды должны штамповаться при невысокой t° и быть вполне твердыми при обычных t° . Число воспроизведений с одной пластинки нередко должно доходить до 1 000. Примерный рецепт одного из таких составов: при осторожном нагревании замешивают 24 части мелко просеянного кремнезема, 32 части мелко просеянного каолина, 16 частей барита (баритовых белил), 24 части шеллака марки N. T., 2 части хл.-бум. волокон, 3 части канифоли и 4 части газовой сажи.

Современный процесс производства граммофонных пластинок состоит из пяти отдельных операций: 1) получение оригинального позитива при помощи сапфирового резца на восковом сплаве; 2) получение электролитическ. негатива из меди; для этого поверхность оригинальной фонограммы приподнимается при помощи щетки графитовой пылью и протирается затем фланелью; огравиение может быть производимо в процессе записи, при чем рекорд лучше всего нагревать струею воздуха при температуре около 60°; 3) получение электролитического позитива из серебра; 4) получение негативной матрицы из прессованного никеля (см. Гальванотехника); 5) получение готовой пластинки при помощи горячей штамповки в никелевой матрице.

Восковой сплав должен состоять из несокнувших и нерастворимых в воде мыл, не содержащих животных жиров. Состав его сложен, каждая составн. часть несет в сплаве свою функцию; так, церезином, наприм.,

замещается пчелиный воск, парафин придает составу твердость, японский воск делает его пластичным, китайский воск (жир) понижает t° п.л. (которую можно регулировать также озокеритом), карнаубский воск придает составу чистый разрез, а пальмовый—удешевляет состав. Правильно подобранные составы обладают аморфностью, высокой t° п.л., стойкостью, неизменяемостью объема с течением времени, непрогоркаемостью, не становятся ломкими или хрупкими, не усыхают, достаточно тверды или мягки, легко разрезаются, не содержат животн. и, по возможности, растительн. жира, не плесневеют.

При изготовлении граммофонных рекордов из стеаратов с наполнителями и волокнами (напр., 185 кг стеариновой к-ты, 39 кг натронной щелочи и наполнителей по надобности) образуется мыло, свободное от масляной кислоты. В стеарат нужно перевести, однако, лишь 40% стеариновой к-ты, так как в противном случае t° п.л. состава превысит 130—150°, что представляет затруднение при производстве. По этому именно принципу, сложным машинным способом производятся рекорды Пате. Самый процесс сплавления ведется в кotle, над прикрытым огнем, при чем сначала нагревают равные части твердого пчелиного воска и выветрелого стеарина, а затем добавляют по каплям едкий натр; после этого вводится (в количестве 25% от находящейся в кotle массы) смесь из равных частей асфальта и вара, и состав снова расплавляется. Если нужно, чтобы состав был более ломок, то добавляют стеарин или его суррогат; если же состав должен медленно достигать расплавленного состояния то добавляют щелочь. Другими ингредиентами можно изменять прочие физич. свойства состава. В некоторых случаях восковой состав (40 ч. натронного щелока плотностью 37° Bé, 184 ч. стеариновой к-ты, 3,25 ч. гидрата окиси алюминия и 33 ч. парафина) наносится на жесткие пластинки—стеклянные, картонные, целлюлоидные, даже стальные или железные. Применение целлюлоида для записи разработано Лиоре, при чем поверхность целлюлоидного цилиндра размягчается (способом, остающимся в секрете) и подвергается затем обточке и тщательной полировке на врачающемся барабане, после чего производится запись острием, выдавливающим на поверхности следы.

Дороговизна и огнеопасность целлюлоида служат препятствием к широкому применению его для звуковоспроизводящих рекордов. Более дешевые и безопасные пластины изготавливаются из наслойенных листов целлюлоида, с прослойками веществ, плавающихся при горении и выделяющих огнегасящие газы; кроме того, такие пластины покрывают смесью смол и тяжелого шпата. Производство этих пластин прессованием и способы устранить неравенства напряжений описаны В. А. Реко. Для повышения звучности и чистоты тона к целлюлоиду прибавляют стеариновую к-ту.

Из других оснований для рекордов применяют галалит, целлон, вискоид, бакелит и т. д. Как видно из табл. 4 (см. ст. ст. 877—882), где приведены наиболее характерные составы рекордов, применяются пять типов

составов, б. ч. в зависимости от основания: шеллачный, битуминозный, эстеро-целлюлозный, бакелитовый и восковомыловой.

Производство рекордов с фонограммами, составляющее в настоящее время обширную отрасль промышленности, имеет ряд тонкостей, ревниво скрываемых фирмами, вследствие чего литература этого дела настолько же бедна, насколько богата реклама. Наряду с чисто химич. и физич. процессами, производство граммофонных рекордов имеет также психо-физиологич., эстетич. и общественную стороны, без учета к-рых руководство «фабрикой музыки и слова» не может быть планомерным, а качество продукции—достаточно высоким. Одну из наибольших трудностей при звукозаписи составляет выбор благоприятных условий для правильной передачи оркестровой музыки и, в особенности, хорового пения, так чтобы сохранилось звуковое равновесие между отдельными инструментами или певцами. Кроме того, весьма существенным является также вопрос о достаточной силе звука при воспроизведении. Согласованность звуковой передачи различных инструментальных или вокальных партий достигается: применением весьма больших рупоров, а иногда рупорообразною формою самой мастерской, где ведется звукозапись, присоединением нескольких отдельных рупоров к звуковой камере регистрирующего Г. и передачею отдельных партий при помощи отдельных микрофонов, электрически объединяемых в общем репродукторе записывающего аппарата. Силы звука достигают применением микрофонов, передающих репродуктору звук в усиленном виде. В 1889 году Дюссо указал также на возможность усиления звука помощью «перепечатки» записи с одного рекорда на другой, большего диаметра; при такой вторичной записи сила звука и чистота его повышаются.

Представление о емкости рекордов могут дать следующие числа. Первоначальные граммофонные цилиндры (1879 год) имели диаметр 10 см, и на 200 слов фонограммы требовалось около 25 мм высоты цилиндра. Цилиндры Тейнтера (1889 г.) имели диаметр 3,2 см и высоту 15 см; на таком цилиндре м. б. записано ок. 1 000 слов, что соответствует пятиминутному разговору. Уменьшение хода винтовой линии звукозаписи позволило Эдисону в 1891 г. повысить емкость рекордов до 800—1 000 слов на цилиндре в 15 см диаметром и 20 см высотой. Для характеристики современных пластинок можно указать, что IX симфония Бетховена м. б. записана целиком на 7 двусторонних пластинах диаметром 30 см (одно время пытались превзойти этот размер и ввести пластинки диаметром 35 см, но это увеличение распространения не получило).

Применение граммофона. С момента изобретения Г. в 1877 г. изобретатели выражали уверенность, что новый прибор получит большое значение, а именно, как формулировали Эдисон и Берлинер: для передачи продиктованных распоряжений, для записи судебных процессов, для воспроизведения речей и вокальной музыки, для обучения, для ведения корреспонденции, для чтения слепым

Табл. 4.—Сводка патентов на составы для граммофонных рекордов.

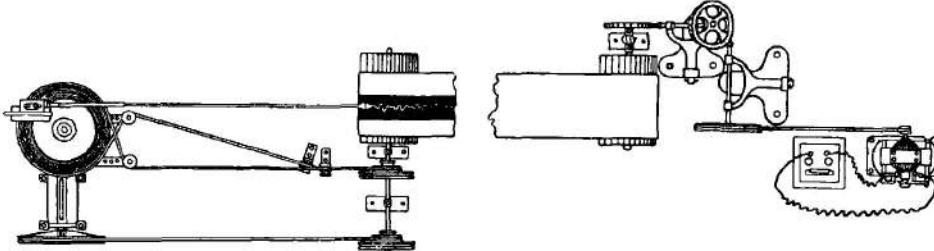
Изобретатель	Год патента	Страна и № патента	Основание состава	Связывающее вещество состава	Наполнитель и солеобразователь	Способ употребления
Сандерсон (Sanderson)	1909	Ам. П. 947777	Шеллачное	Шеллач 33 ч.	Барит 33 ч., белая земля 16,5 ч., глина 16,5 ч., шерсть 3 ч.	Состав накладывается тонким слоем на поверхность волокнистого материала, держащуюся на металлич. диске
О. Биркхан (Birckhan)	1909	—	*	Шеллач	Тяжелый шпат и окрашенные волокна (морская шерсть, солома или линтер)	—
—	—	Ф. П. 426871	*	Шеллач 9 ч., вар 2 ч., битуминозный сланец 6 ч.	Сернокислый барий 8 ч., окрашенные хлопковые волокна 2,5 ч.	Смесь нагревается, масса штампуется под давлением
Сандерс (Sanders)	1910	Ам. П. 956904 и 956905	*	Шеллач	Оксис железа	Составом покрывается бумажный картон, обработанный канифолью
Инглиш (English)	1909	Ам. П. 948814	*	Шеллач 72 частей, β-нафтол (или нитробензол или нитротолуол) 8 частей	Глина или кремнезем и т. п. 20 ч.	—
Эдисон (Edison)	1911	Ам. П. 1002550	*	Шеллач 80 %, технический тетрахлорнафталин (или динитротолуол или динитробензол) 20 %	Асбест или хлопок	—
—	1915	Ам. П. 1158659	*	Шеллач 70 ч., дифениламин 15 ч., ацетанилид 2 ч.	—	—
—	1915	Ам. П. 1119142	*	Значительное количество шеллача, тетрахлорнафталина и небольшое количество монтанского воска	Немного хлопковых волокон, имеющих тот же коэф. расширения, что и связывающий состав	—
—	1915	Ам. П. 1158660	*	Шеллач и 35 % от его веса стеариновой к-ты (или нафтилана и бензойной к-ты)	—	—
Эйльсворт (Aylsworth)	1912	Ам. П. 1017032	Битуминозное	Каури-копал, жирная к-та, асфальт	Неорганическая соль	—
Пате (Pathé)	—	Ф. П. 426871	*	Шеллач 9 частей, вар 2 части, битуминозный сланец (Kohlelenschiefer) 6 частей	Сернокислый барий 8 ч. и окрашенные хлопковые волокна 2,5 ч.	Смесь прогревается и штампуется под давлением

Табл. 4.—Сводка патентов на составы для граммофонных рекордов. (Продолжение.)

Изобретатель	Год патента	Страна и № патента	Основание состава	Связывающее вещество состава	Наполнитель и солеобразователь	Способ употребления
Эйльсворт	1910	Ам. П. 953454 Г. П. 27208	Производно-целлюлозное	Нитроцеллюлоза	—	—
Винтер (Winter)	1908	Ам. П. 227208	*	Полупродукт вискозы 10 кг, тонкоразмолотан канифоль 4 кг	На 10 кг влажной массы или на 8 кг сухой добавляется 1 кг тончайшее размолотого мрамора	—
Эдисон	1913	Ам. П. 1078265	*	Раствор нитроцеллюлозы в амилацетате	—	Тонкий слой целлюлоида и толстый слой каучука
*	1915	Ам. П. 1146414	*	Целлюлоид и каучук	—	—
Эйхенгрюн (Eichengrün)	1916	Ам. П. 1175728	*	Ацетилцеллюлоза	Мягчитель в роде дихлоргидрина и какой-либо наполнитель	Рекорды двуслойные; показан состав верхнего слоя
Дрейфус (Camille Dreyfuss)	1925	Ан. П. 222167	*	Вар и ацетатцеллюлозу (или иной целлюлозный сложный эфир) смывают смягчителем или растворителем (или без них); затем сплав непосредственно после охлаждения измельчают и смешивают с наполнителями и красителями	—	Смесь прокатывается под давлением на горячих вальцах, и затем пластины обрабатываются вырезанием
Эйльсворт	1915	Ам. П. 1146984—91	Бакелитовое	Продукты фенольной конденсации	—	В патентах описываются производственные приемы
Эдисон	1915	Ам. П. 1146413	*	Фенольная смола	Древесная масса	Сперва прессуется пластина из смолы с наполнителем, затем добавляется чистая фенольная смола, и пластина снова прессуется
Эйльсворт	1915	Ам. П. 1151849	*	Фенольная смола с хлорнафтalinом или другими мягкими	Наполнитель в роде графита, древесной массы, сажи и т. д., с добавкой окиси железа и стальной пыли	—
Битти (Beatty)	1915	Ам. П. 1158974	*	Конденсат из ацетона, фенола и формальдегида	—	—
	—	Г. П. 307892	*	Конденсат из 3 молей фенола с 2 молями формала, прогретый до 150—200°, нагревают при 1° выше 100° с гексаметилентетрамином и хлорфенолом	—	Эта смола прозрачна, не пузырятся, не воспламеняется и может быть обрабатываема в теплом состоянии штамповкой и резанием

Эйльсворт	1916	Ам. П. 1170391	Бакелитовое	Растворимую фенольную смолу и гексаметилентетрамин (или другой реагент, который способен переводить смолу в твердое состояние) растворяют в спирте или другом растворителе	Древесная масса или иной инертный наполнитель	Растворитель испаряется, а смола измельчается и подвергается штамповке и нагреванию
*	1910	Ам. П. 958210	Восково-стеаратное	Первый состав: стеарат свинца, смола и асфальт; второй состав: стеарат натрия, стеариновая кислота, стеарат алюминия, церезина с добавлением карнаубского или иного воска, или же без такого добавления	Молотая древесина или глина	Рекорд двуслойный; внешний слой—из первого состава, внутренний—из второго
*	1910	Ам. П. 962878	*	Монтанский воск, длительно прогретый при 260—280° с небольшим количеством серы и освобожденный от образовавшегося смолистого осадка	—	—
Эдисон	1913	Ам. П. 1078265	*	Воскоподобный материал, поверхность к-рого отверждается повторным покрытием раствором нитро- или ацетилцеллюлозы в амилацетате или силикатом натрия	—	Отверждаемая пленка делается твердой в первом случае через испарение растворителя, а во втором—посредством хлористого кальция
Стебнер (Stubner)	1921	Ам. П. 1379729	*	Сплав из калделлильского воска и стеариновой кислоты в такой пропорции, чтобы его температура была 230° Ф.; затем смесь прибавляется минеральная соль, и смесь обрабатывается гидроокисью натрия—алюминием (алюминатом натрия), после чего в смесь добавляется в равном количестве парафин (около 6%)	—	—
*	*	Г. П. 223276	*	Стеариновая к-та 4,5 кг, остатки от перегонки монтанского воска 8,62 кг, эбонитовый воск (Ebonitwachs) вместо более дорогого карнаубского по Ап. П. 3070, церезина 8,62 кг, ламповой сажи 453,6 г; затем добавляют раствор из 8,98 кг соды, 460 г едкого натрия и 178 г металлического алюминия в 18,93 л воды	—	—
	1905	Ап. П. 3070				

в госпиталях, для семейной хроники и предсмертных распоряжений, для сохранения языков и наречий и т. д. По прошествии более полувека из этих применений Г. вошли в практику далеко не все и далеко не в предсказанном масштабе, но зато появился ряд новых, отчасти непредвиденных. Сюда относятся: 1) Микрофонография—род микроскопии звука посредством микрофонографа Дюссо («звуковая лупа»). Это—фонограф, диафрагма которого приводится в действие малыми электромагнитами, возбуждаемыми точками от микрофона. Микрофонограф применяется: для обучения глухих и глухонемых



Фиг. 16.

и для раскрытия у них способности речи; для изучения биений сердца в связи с душевным состоянием; для медицинской диагностики шумов в сердце и в легких. 2) Судебное применение—для фиксирования и представления доказательств. 3) Изучение языка животных (Гарнер), пения птиц и т. д. 4) Изучение фольклора—запись народных песен, сказаний, былин (напр., запись фольклора вымирающих индейцев Д. Фьюксом, запись наших северных песен Линевой и песен средней полосы Пятницким). 5) Медицинское применение—для изучения изменений, вызываемых в голосовом аппарате различными болезнями (Гарт). 6) Замена стенографирования—на конгрессах и съездах и в деловой корреспонденции. 7) Изготовление говорящих кукол. 8) Обучение посредством фонографа, при чем учащиеся, сдавая свои уроки фонографу, имеют возможность проверить себя и в свое время получить оценку преподавателя. 9) Изучение физиологии и звукового состава речи, при чем первоначальная запись транскрибируется в измененном масштабе, значительно увеличенном по направлению колебаний. Герман применял для этого оптический способ, помошью светового луча и зеркальца, колеблемого рычажком, соединенным с записывающим стилем; для акустич. исследований Герман и Бевье построили специальные фонографы, а Скрипчур и Гаузер придумали особые машины для механич. транскрипции звуковых кривых как плоских, так и углубленных. Машина Скрипчура представлена на фиг. 16; она имеет ур-ие времени, примерно: 1 мм = 0,0004 ск. и увеличение амплитуд в 250 раз; при транскрипции кривая вычерчивается ею на бумаге. 10) Теоретич. изучение музыки и пения, в особенности изучение тембра. 11) Научные эксперименты в области фонетики; так, напр., при помощи Г. был решен спор Гельмгольца и Кенига о природе обертонов, характеризующих гласные буквы: а именно, обертоны оказались имеющими абсолютную высоту.

Граммофонная промышленность. Производство Г. особенно развило в Америке, Англии и Германии. Французское граммофонное общество связано с английским, имеющим фабрики также в Барселоне и в Милане. В России с 1912 г. действовали два иностранных акционерных граммофонных об-ва с капиталом свыше 7 млн. р. и годовым оборотом свыше 20 млн. р. В настоящее время в СССР производством граммофонных пластинок занимается завод «Пятилетие Октября» (ст. Апрелевка М.-К.-В. ж. д.). Стоимость цинковых пластин Берлинера (15 см диаметром) в 1897 г. была 1,5 мар. В 1901 го-

ду во Франции фирма Шемена выпускала чистые фонографические цилиндры по 0,35 фр.; цилиндры с записью по 0,85 фр., при чем за временно пользование взималось 0,50 фр., а за счистку записи 0,15 фр. В настоящее время в Америке в ходу свыше 100 млн. пластинок, и

весьма быстро растет граммофонная «литература» германского производства; обзор граммофонной «литературы» дан Р. Лотаром. Торговый оборот Германии в обсуждаемой области характеризуется для первой половины 1914 г. следующ. числами: экспорт граммофонных пластинок 809,6 т, импорт—0,8 т.

Лит.: Рымкевич П. А., Говорящие машины, М.—П., 1923; Яковлев А. И., «ТиТбП», 1927, декабрь, 6 (45), стр. 600—611; Ржевкин С. Н., «Акустич. сборник трудов ГИМН», М., вып. 1, стр. 117; е г о же, «Вестник теоретич. и эксперимент. электротехники», М., 1928, I, стр. 14—16; Lothar K., Die Sprechmaschine, Ein technisch-aesthetischer Versuch, Lpz., 1924; Die Sprechmaschine, ihr Wesen, Konstruktion und Behandlung, B., 1908; Spracherlernung und Sprechmaschine, Stg., 1909; Rayleigh Lord, The Theory of Sound, v. 1, L., 1896; Kalähne A., Grundzüge d. mathem.-physikalischen Akustik, T. II, Lpz.—B., 1913; Handbuch d. Physik, hrsg. v. H. Geiger u. H. Schell, B. 8—Akustik, B., 1927; Miller D. C., The Science of Musical Sounds, N. Y., 1922; Barton E. H., A Textbook on Sound, London, 1926; Berliner E., «ETZ», 1898, B. 19, p. 614; Hospitalier E., Le graphophone de C. S. Tainter, «La Nature», Paris, 1889, t. 2, p. 1—3; Laffargue J., Diaphragme inscripteur et reproducteur, ibid., 1900, 7 avril, 1402, p. 304; Lifschatz, «CR», 1911, 6 février; Segy A., Le gramophone, ibid., 12 mai, 1407, p. 392; Le phonographe Lioret, ibid., P., 1897, t. 2, p. 209—211, 1898, t. 1, p. 158; Un nouveau pavillon de phonographe, ibid., 1900, 14 juillet, 1416, p. 110; Dussaud, «CR», 1899, 27 févr.; Laffargue J., Le multiphone Dussaud, «La Nature», P. 1897, t. 2, p. 191; Gaubert G. F., Le Mikrophonographie Dussaud, ibid., 1898, t. 1, p. 158; Dralon E., Guérison des sourds et des sourds-muets au moyen des microphonographies Dussaud, ibid., 1899, t. 1, p. 223, t. 2, p. 355—356; Scripture E. W., Researches in Experimental Phonetics, plate 1, Wsh., 1906; «La Nature», Paris, 1887, t. 2, p. 35, 46, 351, 1888, t. 1, p. 123—124, 1888, t. 2, p. 49—51, 74—75, 1889, t. 2, p. 215—218, 363—366, 1890, t. 1, p. 322, 381—382, t. 2, p. 58—59, 1891, t. 1, p. 6, 521—522, 1892, t. 1, p. 208, 1893, t. 2, p. 257—259, 1903, t. 2, p. 351; Blücher H., Plastische Massen, p. 197—198, Lpz., 1924; «India Rubber World», New York, 1922, 1 oct. (рефер. в «Gummi-Ztg», B., 1923, p. 270); Lange O., Chemisch-technische Vorschriften, Lpz., 1923, B. 2, p. 667—668, № 543; Hemming E., Plastics a. Moulded Electrical Insulation, N. Y., 1923, p. 153—154; Reko V. A., «Kunststoffe», München, 1914, B. 4, p. 261; Reko V. A., «Der chem.-techn. Fabrikant», Augsburg, 1911, p. 527—549; Kaiser W., «Kunststoffe», München, 1911, p. 121; «Gummi-Ztg», B. 27, p. 924; Hermann L., «Pflüger's Archiv f. d. gesamten Physiologie d. Menschen u. d. Tiere», Berlin, 1889, B. 45, p. 282, 1890, B. 47, p. 42, 44, 347, B. 53, p. 1, B. 58, p. 255, B. 61, p. 169; Boecke, ibid., 1891,

B. 50, p. 297; Bevier L., «Physical Review», Cornell, 1900, v. 10, p. 193; Hauser F., «Wiener Sitzungsberichte d. K. Akademie d. Wissenschaften», Math.-naturwissenschaftliche Klasse, Abt. 2a, Wien, 1908, B. 117; Benndorf H. und Pöch R., ibidem, 1911, B. 120; Pippings, «Zeitschrift für Biologie», München, 1890, B. 27, 1895, B. 31; «The Phonogram», N. Y.; «Phonographische Zeitschrift», B.; «Bulletin phonographique et cinématographique», Paris, ab 1900.

П. Флоренский.