

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

БАХ А. Н., БЕРНШТЕЙН-КОГАН С. В., ВЕЙС А. Л., ВИЛЬ-
ЯМС В. Р., ВОЛЬФСОН М. Б., ГЕНДЛЕР Е. С., ГУБКИН И. М.,
ДОЛГОВ А. Н., ИОФФЕ А. Ф., ИПАТЬЕВ В. Н., КАГАН В. Ф.,
КАЛИННИКОВ И. А., КЕРЖЕНЦЕВ П. М., КИРПИЧЕВ М. В.,
КРЖИЖАНОВСКИЙ Г. М., КРИЦМАН Л. Н., КУЙБЫШЕВ В. В.,
КУЗЬМИНСКИЙ К. С., ЛАПИРОВ-СКОБЛО М. Я., ЛИНДЕ В. В.,
МАРТЕНС Л. К., МЕЩЕРЯКОВ Н. Л., ОСАДЧИЙ П. С., ПАЛЬ-
ЧИНСКИЙ П. И., СВЕРДЛОВ В. М., ХРЕННИКОВ С. А., ЧАР-
НОВСКИЙ Н. Ф., ШАТЕЛЕН М. А., ШМИДТ О. Ю., ЭССЕН А. М.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Л. К. МАРТЕНС

Т О М П Я Т Ы Й
Г А З О В Ы Е Т К А Н И
Г РА Ф И Ч Е С К А Я С Т А Т И К А

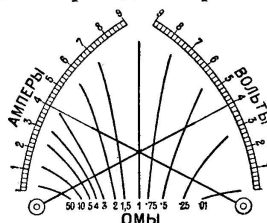


АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»

М О С К В А ♦ 1 9 2 9

для получения шкалы большего радиуса. Для соблюдения единообразия 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 В; 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) изготавливаются в массовых количествах, и Г. их заключается или в нанесении необходимых надписей на графленой бумаге или же в подборе передаточных колес от оси вращающегося диска к счетному механизму.

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

В. 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 сек. (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 г р а д о м; градус делится на десятки, сотые и т. д. части. 3) Единица разности температур; величина ее зависит от применяемой термометрич. шкалы. 4) Г. ареометрический—условная единица разности удельных весов, зависящая от типа ареометра; в частности, для спиртомеров 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, граммиум, грамола, фортофон и друг.), но существуют и такие механизмы, в которых между исходным регистрируемым звуком и звуком воспроизводимым включаются промежуточные звенья немеханич. характера—процессы электрические, световые, химические и другие (мотофон Эдисона, микрофонограф Дюс-

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

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 средство 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 развевывающуюся 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 р е к о р д а (record). Необходимым условием тождества записан. 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 пластинки (односторонней или двусторонней, в зависимости от использования); во втором случае рекорд называется в а л и к о м, или ц и л и н д р о м. 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 л и н е й к у.

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 механич. деформации поверхности рекорда и достигаются либо непосредственным механич. 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 поперечные, 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: 1 представляет граммофонную запись постоянной глубины, т. е. с колебаниями в плоскости рекорда, а 2 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 бинормализ звуковой записи (плоской)	параллельно нормали звуковой записи (углубленной)
Пластическая	Фонография Берлинера по стеклу и цинку или другим металлам	Первоначальный фонограф Эдисона с оловян. фольгой. Демонстрационный фонограф с сливнейной и оловянной фольгой. Фонограф Лиоре с размягченным целлюлоидом
Гравюрная	Фонограмма Берлинера по восковому составу	Патефон с стегаровыми валиками

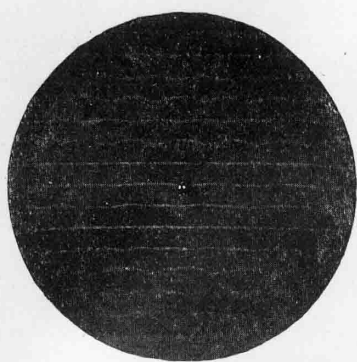
Основное техническое требование, предъявляемое к Г.,—точность воспроизведения звука, по высоте, силе и тембру,—м. б. осуществлено лишь при строгой пропорциональности между амплитудами звукозаписи и исходного звука (необходимое условие даже в тех случаях, когда сила или высота звука подлежат изменению). Поэтому сопротивление вещества рекорда деформирующему усилию записывающего острия должно быть в точности пропорционально усилию. При пластической деформации и нормальном 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 бинормализ звуковой волны, избежать уплощения верхушек волны значительно 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 помощи травления.

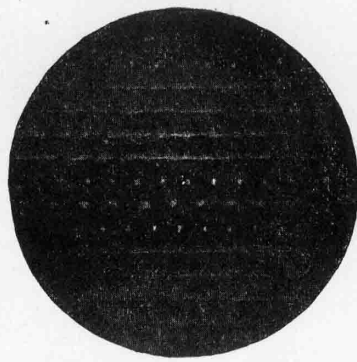


Фиг. 1.

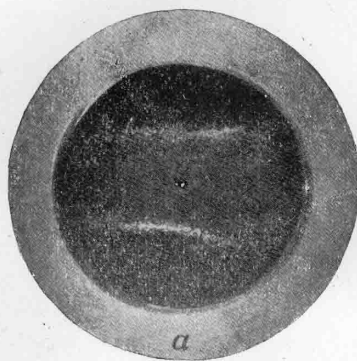
Звуковая система. Для передачи звуковых колебаний рекорд служит звуковая коробка из металла, дерева, эбонита и т. п. материала, в виде круглого цилиндра; одно основание его затянуто тонкой, способной вибрировать пластинкой, обычно называемой диафрагмой, или мембраной, а другое—герметически закрывается крышкой, в к-рой утверджен звукопровод (тонарм). 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, металлических звона, гнусавого тембра. Эти побочные звуки частью возникают при самом процессе записи звука, частью 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 формой конца стили и формой звуковой борозды; 2) собственные вибрации рекорда; 3) собственные колебания диафрагмы, не входящие в состав ее вынужденных колебаний под действием звука или механически. толчков от звукозаписи, а также резонанс; 4) резонанс звуковой коробки, звукопровода и рупора, а равно их соб-



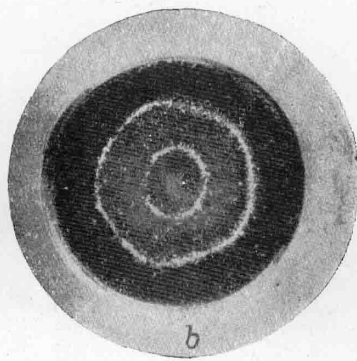
1



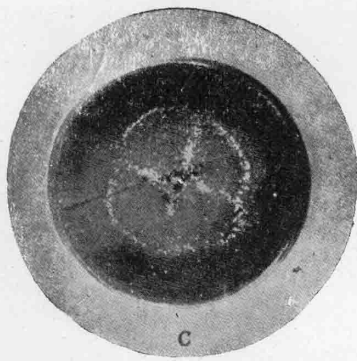
2



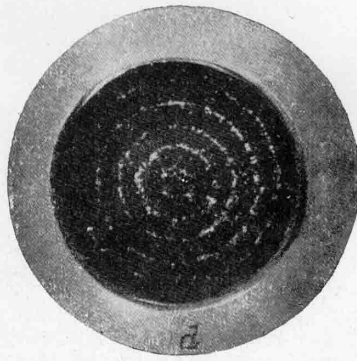
3



4



5

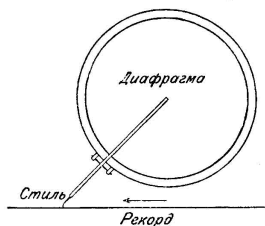


6

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).

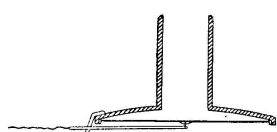
ственная вибрация, в частности—от толчков двигающегося механизма.

С т и л ь. Весьма ответственна в Г. работа стила, который д. б. различен при записи и при воспроизведении. Записывающий стиль должен иметь четкую форму, точно сохра-

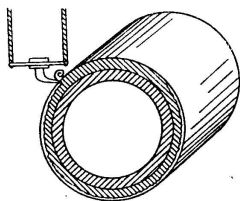


Фиг. 2.

нять ее, не деформируясь и не стираясь от работы, и давать вполне точные очертания звукового следа. Форма конца и направление оси записывающего стила 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 стила, когда он гравировал поверхность рекорда,

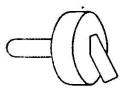


Фиг. 3.



Фиг. 4.

углубляясь соответственно амплитуде и, следовательно, несет функцию резца. Тут форма этого стила 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 графофоне Тейнтера 1889 г. стилем была режущая пластинка (фиг. 4), гравировавшая на рекорде винтовую бороздку глубиной $\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{7}$ мм и дававшая восковую стружку

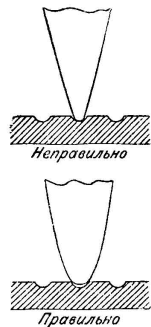


Фиг. 5.

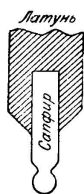
тоньше волоса, так что записанная часть цилиндра казалась лишь матовой. В фонографе Пате (патефоне) применяется сапфировый резец, разработанный Лиоре (в 1897 году) и Бюрге (1900 г.—фиг. 5). Наконец, при записи промышленного характера стилем служит также алмаз.

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

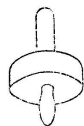
ждать или царапать фонограмму. Для примирения этих противоречивых требований употребляют или сравнительно мягкий, но легко сменяемый стиль, или сообщают твердому стилю особую форму, неспособную царапать рекорд. Наиболее распространены стальные иглы с округлым острием, упирающимся не в дно, а в края звуковой 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 акустическ. эффект, чем обычные иглы. В Англии и в Америке производятся также золотеные 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)



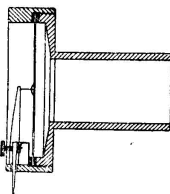
Фиг. 6.



Фиг. 7.



Фиг. 8.



Фиг. 9.

и Бюрге (фиг. 8), с закругленным концом, усвоены конструкции 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 Тейнтера).

Д и а ф р а г м а. Диафрагма, с которой механически связан стиль, делается в виде круглой тонкой пластинки, преимущественно из слюды, толщиной 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 помощью вазелина, в отличие от обычного закрепления металлическим ободком. Т. о. диафрагма, будучи в механич. отношении скорее жесткой пластинкой, чем мембраной, имеет, однако, по краю узел, а не пучность, и по условиям колебания приближается к мембране. 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 мембраны разработана Релеем. Дифференциальное уравнение, определяющее колебания круговой мембраны, выражается в полярных координатах r и φ так:

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

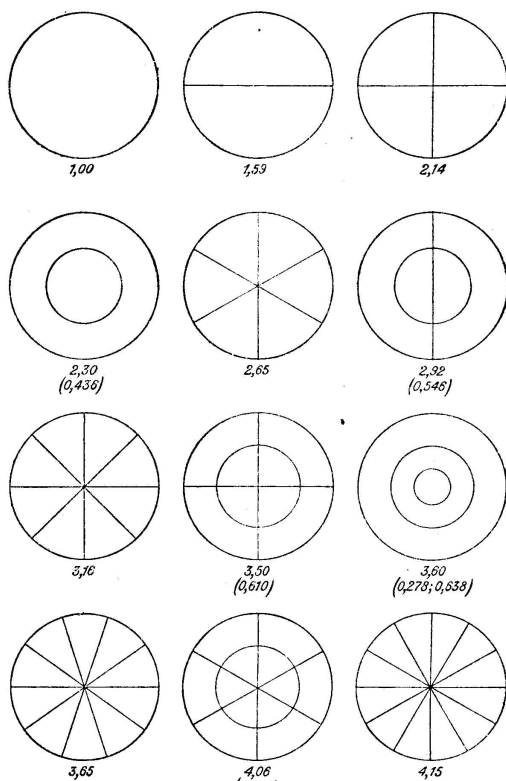
где w есть элонгация данной точки (r, φ) во время t , а $c^2 = \frac{p}{\rho}$, т. е. отношению модуля упругости диафрагмы к ее плотности. Это уравнение, при пограничном условии $w = 0$, $\frac{\partial w}{\partial r} = 0$, по краю пластинки удовлетворяется двумя функциями: цилиндрическими w_r и тригонометрич. w_φ , соответствующими делению мембраны на концентрич. кольца и на круговые секторы. При этом $w_\varphi = \sin q\varphi$ и $w_r = \cos q\varphi$, 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 мембраны.

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

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	6,69	7,56
					6,75	7,63
					6,85	7,72
						7,90

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

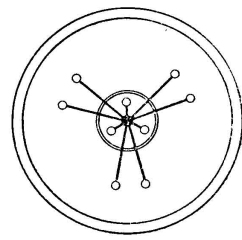
носительную длину радиусов узловых окружностей, если радиус мембраны принять за 1. Как показал опыт (Д. К. Миллер, С. Н. Ржевкин), на практике получается



Фиг. 10.

удовлетворительное совпадение с вычислениями Релея. Распределение узлов на колеблющихся мембранах показано на вкладке листе (III). Уничтожение собственных колебаний диафрагмы, очевидно, может быть достигнуто жесткою связью отдельных ее зон, исключающего появление местных пучностей. Этой цели служит диафрагма Бюрге (фиг. 11), имеющая супорт для стилей как записывающего, так и воспроизводящего, укрепленный на мембране помощью спиц, связывающих супорт с различными зонами мембраны. 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 мембране 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—звук о провод, 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 вибрации 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 устранить резонансовые вибрации его стенок, придающие звуку металлич. тембр, и поглощение 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 металлич. листа. При этом сила звука увеличивается, по крайней мере вдвое, 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 полый четырехгранной пирамиды; при таком устройстве в рупоре не возникает резонансовых колебаний, металлич. звона и гнусавого тембра, и весь прибор выигрывает в удобстве и изяществе. Старания очистить звук от искажения, привнесимого 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 коническ. формой металлического пустотелого барабана, на к-рый наводится 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 рукою, 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 имело 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. различны, в связи с чем меняется и рецептура состава; последняя, впрочем, зависит также от экономических причин и от необходимости итти в сторону, не закрытую патентами.

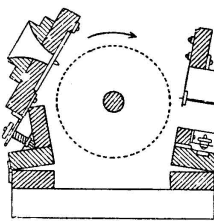
Общие технические условия на составы рекордов для записи определяются основным требованием—не стеснять колебания диафрагмы. Если запись ведется через пластик, деформацию вещества рекорда, то оно д. б. возможно более мягким, лишь бы только след стиля сохранился на поверхности рекорда до закрепления звукозаписи 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 удаляемому стружку, требуя при этом наименьшего усилия. В обоих случаях состав рекорда д. б. вполне однороден или, во всяком случае, содержать дисперсную фазу низшего порядка малости, чем наименьшие из получаемых следов звукозаписи. В смысле t° он д. б. достаточно легкоплавким, чтобы не затруднять отливки, но не настолько, чтобы рекорды могли размякаться при t° рабочего помещения. Вопрос о стоимости этого состава может считаться второстепенным, тем более, что по изготовлении матриц оригиналы м. б. переливаемы.

Составы для звуковоспроизводящих 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

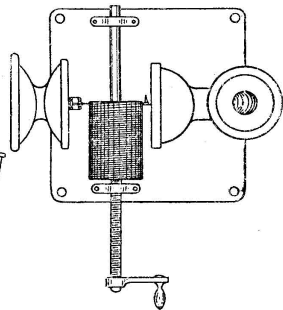
крутых поворотах звуковой бороздки. Условием этой способности, кроме твердости, является возможно более высокая $t_{пл.}$, однако не настолько высокая, чтобы затруднялась отливка или штамповка. Обычно требуется, чтобы эта t° не превосходила 150° . Кроме того, состав таких рекордов д. б. достаточно однороден, 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-стеаратных рекордов Пате; но, вообще, подобные приемы разработаны недостаточно, 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 глубоному 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 $1/6$ — $1/4 \text{ мм}$. В 1888 г. Эдисон остановился на сплаве «отвержденного» воска, точный состав которого не был им опубликован. Дальнейшая разработка вы-

яснила значение стеаратов и затем монтагов (натрия и других металлов): эти мыла, обладая твердостью и высокой $t_{пл.}$, дают тембру звука звонкость и чистоту, а сплаву — однородность. Таблица 3



Фиг. 12.



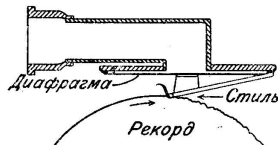
Фиг. 13.

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. коэфф. 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

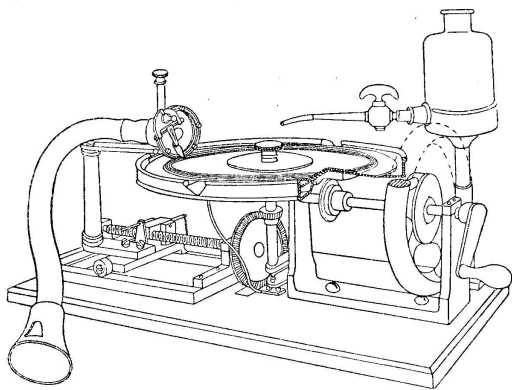
Восковой валик Эдисона, по нанесении на него фонограммы, золотился помощью катодного распыления током высокой частоты и затем покрывался гальванопластич. медью. Т. о. получался медный негатив с к-рого снимались восковые или целлюлоидные копии. Звуковоспроизведение восковых валиков отличалось точностью, но сила звука была слаба и составляла приблизительно $1/16$ силы звука современных дисковых Г. Но особенными 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 зазор от застревавших в нем воздушных пузырьков. В 1888 году Э. Томсон указал, что исходный прием Эдисона (выдавливание) мог бы дать ценные результаты, если бы было найдено вещество, дающее углубления, прямо пропорциональные амплитудам стиля.



Фиг. 14.

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

фического цилиндра Л. Скотта (1857 год), Берлинер перед закапчиванием поверхности стал ожирнять ее помощью масляной краски. Разработанные им техническ. приемы фоно-гравюры несколько различны, в зависимости от той пластины, на которой вытраивается звуковой след. Малые пластины, не предназначенные к размножению, делаются



Фиг. 15.

из стекла. Стекланный диск покрывается тонкой пленкой парафинового масла; это достигается наливием на поверхность диска раствора 1 части парафинового масла в 20 ч. бензина или газолена, с последующим испарением растворителя и закапчиванием поверхности над лампой. По этому слою делается звукозапись, которая затем и протравливается. Пластины большего размера делают 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 металлический лист, на котором по испарении бензина остается тончайшая призрающая 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 закапчивают над камфорным пламенем, но осторожно, чтобы не расплавить воска. Травление фонограммы 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. Обратную сторону пластинки предварительно покрывают расплавленным воском или специальным лаком. Травление длится 15—20 мин.; уже по прошествии 10 минут бороздка протравливается на глубину 0,1 мм. Звуковая линия здесь непрерывна. Получен-

ная гравюра уже способна давать звуковоспроизведение, 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 механическое сопротивление, оттискивают размножаемые копии. В качестве такого материала были испытаны целлюлоид, 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—дуранид, один из электроизоляционных пластич. составов, объединяемых америк. электропромышленностью под общим названием «композиции» или «композиции, стойкой против невысоких t° » (класс C). Эта композиция состоит из смол с землястыми 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 разведения цинка при травлении и царапаньем 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 электролитического негатива из меди; для этого поверхность оригинальной фонограммы припудривается при помощи щетки графитовой пылью и протирается затем фланелью; оформление может быть производимо в процессе записи, при чем рекорд лучше всего нагревать струей 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 несохнувших и нерастворимых в воде мыл, не содержащих животных жиров. Состав его сложен, каждая составн. часть несет в себе свою функцию; так, перезином, наприм.,

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

При изготовлении граммофонных рекордов из стеаратов с наполнителями и волоками (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 $t^{\circ}_{пл}$ состава превысит 130—150°, что представляет затруднение при производстве. По этому именно принципу, сложным машинным способом производятся рекорды Пате. Самый процесс сплавления ведется в котле, над закрытым 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 котле 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 вращающемся 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 изготовляются из наслоенных листов целлюлоида, с прослойками веществ, плавящихся при горении и выделяющих огнегасящие газы; кроме того, такие пластины покрывают смесью смол и тяжелого шпата. Производство этих пластин прессованием и способы устранять неравенства напряжений описаны В. А. Реко. Для повышения звучности и чистоты тона к целлюлоиду прибавляют стеариновую к-ту.

Из других оснований для рекордов применяются 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, эстерово-целлюлозный, бакелитовый и восково-мыльный.

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 рупоро-образною 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 второй 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 пластинках 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.

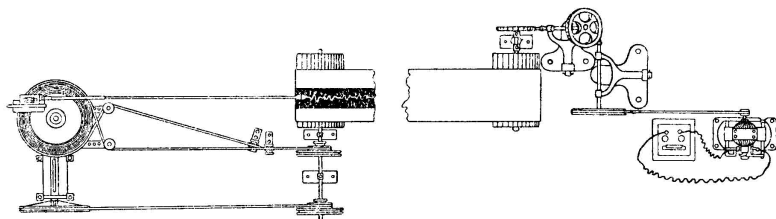
Изобретатель	Год патента	Страна и № патента	Основание состава	Связывающее вещество состава	Наполнитель и соеобразователь	Способ употребления
Сандерсон (Sanderson)	1909	Ам. П. 947777	Шеллачное	Шеллак 33 ч.	Барит 33 ч., белая земля 16,5 ч., глина 15,5 ч., шерсть 3 ч.	Состав накладывается тонким слоем на поверхность волокнистого материала, держащуюся на металлическом диске
О. Бирнган (Birkhan)	1909	—	»	Шеллак	Тяжелый шпат и окрашенные волокна (коробья перест, солома или лигнтер)	—
—	—	Ф. П. 426871	»	Шеллак 9 ч., вар 2 ч., битуминозный сланец 6 ч.	Сернокислый барий 8 ч., окрашенные хлопковые волокна 2,5 ч.	Смесь нагревается, масса штампруется под давлением
Сандерс (Sanders)	1910	Ам. П. 956904 и 956905	»	Шеллак	Оксид железа	Составом покрывается бу-мажный картон, обработанный канифолью
Инглиш (English)	1909	Ам. П. 948314	»	Шеллак 72 части, β-нафтол (или нитробензол или нитротолуол) 8 частей	Глина или кремнезем и т. п. 20 ч.	—
Эдисон (Edison)	1911	Ам. П. 1002550	»	Шеллак 80 %, технический тетрагидронафталин (или динитротолуол или динитробензол) 20 %	Асбест или хлопок	—
»	1915	Ам. П. 1158659	»	Шеллак 70 ч., дифениламин 15 ч., ацетанилид 2 ч.	—	—
»	1915	Ам. П. 1119142	»	Значительное количество шеллака, тетрагидронафталина и небольшое количество монтажного воска	Немного хлопковых волокон, имеющих тот же коэфф. расширения, что и связывающий состав	—
»	1915	Ам. П. 1158660	»	Шеллак и 35 % от его веса стearиновой к-ты (или нафталина и бензойной к-ты)	—	—
Эйльсворт (Aylsworth)	1912	Ам. П. 1017032	Витаминозное	Каури-копал, жирная к-та, асфальт	Неорганическая соль	—
Пате (Pathe)	—	Ф. П. 426871	»	Шеллак 9 частей, вар 2 части, битуминозный сланец (Kohlenschiefer) 6 частей	Сернокислый барий 8 ч. и окрашенные хлопковые волокна 2,5 ч.	Смесь прогревается и штампруется 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 сообразователь	Способ употребления
Эйльсворт	1910	Ам. П. 953454 Г. П. 27208	Производно-целлюлозное	Нитроцеллюлоза	—	—
Винтер (Winter)	1908	Ам. П. 227208	»	Полупродукт вискозы 10 %, тонкоразмолотая канифоль 4 % мрамора	На 10 % вязанной массы или на 8 % сухой добавляется 1 % тончайше размолотого мрамора	—
Эдисон	1913	Ам. П. 1078265	»	Раствор нитроцеллюлозы в амил-ацетате	—	Тонкий слой целлюлоза и толстый слой каучука
»	1915	Ам. П. 1146414	»	Целлюлоза и каучук	—	—
Эйхенгрюн (Eichengrün)	1916	Ам. П. 1175728	»	Ацетицеллюлоза	Мягчитель в роде дихлоргидрина и какой-либо наполнитель	Рекорды двуслойные; показан состав верхнего слоя
Дрейфус (Camille Dreyfuss)	1925	Ам. П. 222167	»	Вар и ацетатцеллюлозу (или иной целлюлозный слонный эфир) сплавляют с мычителем или растворителем (или без них); затем смесь 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. 1146981—91	Бакелитовое	Продукты фенольной конденсации	—	В патентах описываются производственные приемы
Эдисон	1915	Ам. П. 1146413	»	Фенольная смола	Древесная масса	Смесь прессуется пластина из смолы с наполнителем, затем добавляется чистая фенольная смола, и пластина снова прессуется
Эйльсворт	1915	Ам. П. 1151849	»	Фенольная смола с хлорфталдином или другими мягчителями	Наполнитель в роде графита, древесной массы, сани 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 формола, прогретый до 150—200°, нагревают при t° выше 100° с гексаметиленотриамином и хлорфенолом	—	Эта смола прозрачна, не плавится, не воспламеняется и может быть обрабатываема в теплом состоянии штамповкой и резанием

Эйльсворт	1916	Ам. П. 1170391	Бакелитовое	Растворимую фенольную смолу и гексаметиленгетрамин (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 уменьшается и подвергается штамповке и нагреванию
»	1910	Ам. П. 958210	Восково-стеаратное	Первый состав: стеарат свинца, смола и асфальт; второй состав: стеарат натрия, стеариновая кислота, стеарит алюминия, перезин с добавленным карнауубского или иного воска, или же без такового добавления	Молотая древесина или глина	Рекорд друслиный; внешний слой—из первого состава, внутренний—из второго
»	1910	Ам. П. 962578	»	Монтанский воск, длительно прогретый при 280—282° с небольшим количеством серы и освобожденный от образовавшегося смолистого осадка	—	—
Эдисон	1913	Ам. П. 1075265	»	Воскоподобный материал, поверхность к-рого отверждается повторным покрытием раствором нитро- или ацетицеллюлозы в амлацетате или спиртовом натрии	—	Отверждаемая пленка делается твердой в первом случае через испарение растворителя, а во втором—посредством хлористого кальция
Стебнер (Stubner)	1921	Ам. П. 1379729	»	Сплав из капеллидского воска и стеариновой кислоты в такой пропорции, чтобы его $\rho_{\text{вкл.}}$ была 230° Ф.; затем сюда прибавляется минеральная соль, и смесь обрабатывается гидроокисью натрия - алюминия (алюминатом натрия), после чего в смесь добавляется в равном количестве парафин (около 6%)	—	—
»	»	Г. П. 233276	»	Стеариновая к-та 4,5 кг, остатки от перегонки монтанского воска 8,62 кг, эбонитовый воск (Ebonitwachs) вместо более дорогого карнауубского по Ам. П. 3070, перезина 8,62 кг, лаковой сажи 453,6 г; затем доводят раствор из 8,98 кг соды, 460 г едкого натра и 178 г металлического алюминия в 18,93 л воды	—	—
»	1905	Ан. П. 3070	»			

в госпиталях, для семейной хроники и предсмертных распоряжений, для сохранения языков и наречий и т. д. По простоте 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 токами 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 Линевои 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, помощью светового луча и зеркала, колеблемого рычажком, соединенным с записывающим стилем; для акустич. исследования Герт и Бевье построили специальные фонографы, а Скрипчур и Гаузер придумали особые машины для механ. транскрипции звуковых кривых как плоских, так и углубленных. Машина Скрипчура представлена на фиг. 16; она имеет у-ие времени, примерно: $1 \text{ мм} = 0,0004 \text{ сек.}$ 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.

Граммфоночная промышленность. Производство Г. особенно развилось в Америке, Англии и Германии. Французское граммофонное общество связано с английским, имеющим фабрики также в Барселоне и в Милане. В России в 1912 г. действовали два иностранных акционерных граммофонных общества 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 г. во Франции фирма Шемена выпускала чистые фонографические цилиндры по 0,35 фр.; цилиндры с записью по 0,85 фр., при чем за временное пользование взималось 0,50 фр., а за считку 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. следующими числами: экспорт граммофонных пластинок 809,6 т, импорт—0,8 т.

Лит.: Рымкевич П. А. Говорящие машины, М.—П., 1923; Яковлев А. И., «ТатТол», 1927, декабрь, 6 (45), стр. 600—611; Ржевский С. Н., «Акустич. сборн. трудов ГИМН», М., вып. 1, стр. 117; е го же, «Вестник теоретич. и эксперим. 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; Sprachlernung 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. Taintier, «La Nature», Paris, 1889, t. 2, p. 1—3; Laffargue J., Diaphragme inscripteur et reproducteur, ibid., 1900, 7 avril, 1402, p. 304; Lifschitz, «CR», 1911, 6 février, Sery A., Le graphophone, 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 phonographie, 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; Dronot E., Guérison des sourds et des sourds-muets au moyen des microphonographes Dussaud, ibid., 1899, t. 1, p. 223, t. 2, p. 355—356; Scripture B. 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; Voesske, 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 Pösch R., ibidem, 1911, B. 120; Pipping, «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.

ГРАНАТ, силикаты химического состава $3\text{MO} \cdot \text{R}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$, где $\text{M} = \text{Ca}, \text{Fe}, \text{Mg}, \text{Mn}$; $\text{R} = \text{Al}, \text{Fe}, \text{Cr}$. Тв. 6,5—7,5; уд. в. 3,4—4,3. Существует несколько разновидностей Г. с доминирующей красной или зеленой окраской, так: красные—пироп, родолит (С. Каролина); фиолетово-красный—альмандин; желто-красные—гессонит, спессартин; зеленый—уваровит; желто-зеленый—демантоид; буро-зеленый—гроссуляр; черный—меланит. Из них имеют главное значение, как драгоценные камни, только пироп, альмандин, демантоид. Мировая добыча оценивается в 140 000 р. Центром обработки Г. являются Турнов (со специальным училищем) и Габлонц (Чехо-Словакия). Форма огранки Г.—полый кабашон, таблица, бриллиант, розочка. Настоящий Г. дает, в отличие от подделки, черту на стекле.

Пироп богемский—лучший по прозрачности и чистоте; главный район разработок по юго-западному склону Миттельгебирге до реки Эгер (Чехо-Словакия). Сортируется на месте по крупности зерен; зерна в 2,5 г очень редки. В период большого спроса на него добывался здесь в значительном количестве (в 1888 году на 40 000 крон). Пироп капский (Южная Африка)—капрубин—сопутствует алмазу в диатремах. Добывается также в б. германск. Вост. Африке—Линди, Муитибак (камни в огранке от 10 до 15 ж). Помимо того, встречается в Саксонии, Гренландии, Шотландии, Индии, на о-ве Цейлоне, в Монголии, в Соед. Шт. Амер. Альмандин тем ценнее, чем ближе по цвету к рубину (1 ж стоит 2 марки). Месторождения: Цейлон (лучший), Вост. Индия (ежегодн. добыча на сумму 10 000 фн. ст.), Австралия, Америка, Тироль, Урал, Монголия. Демантоид открыт на Урале ок. 1870 г. на р. Б. и М. Бобровке, в платиновых россыпях Н.-Тагильского окр. и (лучший) Сысертск. окр.; добывался на Урале до войны 1914—18 гг. ежегодно на сумму 30—100 000 р. и неправильно назывался хризолитом. Цена 1 ж 1-го сорта 20 р., исключительного качества—50 р. Об употреблении Г. в абразивной промышленности см. *Абразивные материалы*.

Лит.: Ферсман А. Е., Драгоценные и цветные камни, «НИ», т. 1, Л., 1926. Ен. Цинзерлинг.

ГРАНАТА. I. Г. орудийная, артилл. снаряд, весящий менее 16,4 кг и снаряженный взрывчатим веществом (В. В.), отравляющим веществом (О. В.) или дымообразователем. По виду внутреннего заряда Г. бывают трех родов.

а) **Фугасные Г.**, снаряженные В. В. В них стенки, смотря по прочности металла (стали или чугуна), делают возможно тоньше в целях увеличения емкости Г., а следовательно и веса разрывного заряда. На фиг. 1 изображена 57-мм Г., стенки к-рой изготовлены из стали. Здесь 1—ударная детонационная трубка (24/31, модель 1899 г.), 2—