

Фонографы.

Сообщеніе князя А. Газарина во П Оидтль И. Р. Т. О. 22 декабря 1890 г. о способах, которыми можно достигнуть въ фонографахъ не-искаженности рѣчи, закрѣпленія фонограммы и болѣе громкою воспроизведенія или рѣчей, по сравненію со сказанными въ фонографѣ.

Предлагаемый мною фонографъ требуетъ для своего осуществленія сравнительно небольшихъ затратъ для тѣхъ, у кого есть въ своемъ распоряженіи фототипическая и гальванопластическая мастерскія. Въ виду того, что я не имѣю этого въ своемъ распоряженіи, становится понятнымъ, что я не представляю готоваго аппарата въ дѣйствіи, а лишь предлагаю свою мысль въ надеждѣ, что найдется такое заведеніе, которое рѣшится предпринять устройство усовершенствованнаго фонографа.

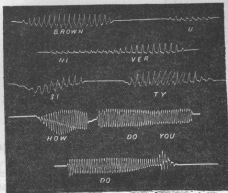
Вѣроятіе, что онъ удастся, мнѣ кажется большимъ, потому что всѣ необходимыя производства уже давно существуютъ и практикуются въ отдѣльности съ успѣхомъ. Уже два-три года, какъ мнѣ пришла мысль связать эти производства въ рядъ, чтобы устроить хорошій фонографъ. Я искалъ возможности достать, между прочимъ, что нибудь въ родѣ хронографа, подходящаго къ моему цѣли, и, встрѣчая затрудненія, потерялъ время и надежду самому одному осуществить свою идею. И вотъ я рѣшился указать на упомянутую послѣдовательность дѣйствій, потому что не я, такъ другой на нее наткнется. Время къ тому идетъ.

Говоря въ фонографъ, мы колеблемъ его пластинку. Прикрѣпленный къ ея центру штифтъ до сихъ поръ выцарапывалъ или выдавливалъ волнистую дорожку въ подставленномъ матеріалѣ, приведенномъ въ движеніе.

Ради изученія закона колебаній этого штифта, Влэкъ болѣе 10 лѣтъ тому назадъ пользовался пущеннымъ отъ штифта зайчикомъ и получалъ на подвижной фотографической лентѣ отчетливыя кривыя, образки которыхъ привожу на фиг. 1 изъ книжки графа Du Moncel, трактующей спеціально о телефонахъ, микрофонахъ и фонографахъ и изданной въ 1880 году.

Я предлагаю для слушающаго фонографа воспользоваться приборомъ Влэка, подробное описаніе котораго помѣщено въ „The american journal of science and arts“ 1878 Art. VII. Условія, въ которыхъ совершенно свободно колеблется штифтъ въ приборѣ Влэка, не заставляютъ его

производить тяжелой работы изготовления волнистого дна канавки, а потому кривая Влэка, соответствующая дну канавки, отличается от нея полною естественностью. Такимъ образомъ я думаю устранить главную причину искаженія рѣчи фонографомъ.



Фиг. 1.

Приборъ Влэка, приспособленный къ нашимъ цѣлямъ, будетъ содержать часовой механизмъ, приводящій въ равномерное движеніе телеграфную ленту, изготовленную изъ целлюлоиды Истнена и покрытую броможелатиною эмульсіею высшей свѣточувствительности. Скорость движенія ленты должна быть достаточная*), чтобы подъемы самыхъ крутыхъ волнъ, которыя изобразятся на этой лентѣ, были достаточно пологи для штифта говорящаго фонографа, о которомъ рѣчь впереди. Источникъ свѣта, дающаго зайчикъ, долженъ обладать достаточною яркостью, чтобы кривая получилась послѣ проявленія ленты въ видѣ рѣзкой черной линіи на совершенно прозрачномъ фонѣ. Что это возможно, видно изъ того, что Влэкъ получилъ хорошія кривыя 12 слѣшкомъ лѣтъ тому назадъ, а съ тѣхъ поръ свѣточувствительность достигнута значительно высшая. Разстояніемъ между частями прибора Влэка можно регулировать амплитуду колебаній зайчика въ самыхъ разнообразныхъ предѣлахъ, давая говорящему фонографу возможность переходить отъ шепота къ громкому разговору и къ силѣ колокольнаго звона.

*) Неболѣе 20 дюймовъ въ секунду.

Вынуть ленту из прибора Вэка, проявить ее и подложимъ подъ нее другую тѣхъ же размѣровъ, но содержащую желатинъ и хромо-вислый кали. Навьемъ ихъ вмѣстѣ спирально на барабанъ (фиг. 2), медленно вращающійся при дневномъ свѣтѣ. Получится свѣтокопія, ко-



Фиг.2.



Фиг.3.

торая послѣ отниманій дастъ кривую въ видѣ твердаго выпуклаго барельефа, имѣющаго въ разрѣзѣ очертаніе, представленное на фиг. 3^{*)}. На Парижской электрической выставкѣ 1881 года я видѣлъ такіе барельефы, достигавшіе толщины 6 мм. Въ фототипіи бракують доски, въ которыхъ толщина барельефа превышаетъ 0,1 мм. Для нашихъ цѣлей, предполагая, что въ началѣ мы будемъ пользоваться обыкно-



Фиг.4.



Фиг.5.



Фиг.6.

венный фонографомъ для произнесенія нѣхъ рѣчи, необходимо, чтобы на барельефѣ уиѣстилась (фиг. 3) игла с № 9, толщиной въ 0,5 мм. Показываемыя здѣсь (при устномъ сообщеніи) кривыя изготовлены въ Экспедиціи заготовленія государственныхъ бумагъ г-номъ Скамони и имѣють толщину 0,6 мм. Г. Скамони просилъ меня заявить, что онъ можетъ ихъ аккуратно приготовить съ плоской вершиною *ke* и рѣзками боковыми гранями безъ закругленій въ *k* и *e*.

*) Во время устного изложенія реферата, В. И. Срезневскій сдѣлалъ замѣчаніе, что ленту, вынутую изъ прибора Вэка, можно по способу Варшверке превратить въ барельефъ, не прибѣгая къ свѣтокопіи.

Обрѣжемъ съ одной верхней стороны поле у левты, такъ чтобы вездѣ барельефъ а хотъ сколько пибудъ не доходилъ до сръза *ic* (фиг. 4), и свернемъ ленту въ плоскую спираль (фиг. 5). Если толщина ленты и барельефа на ней постоянны, спираль получится Архимедова. Съ этой спирали слѣзаемъ оттискъ (фиг. 6) съ палетомъ гальванопластической стали, которой г. Скамони беретъ придать твердость стекла. Имѣя въ виду, что въ теперешнихъ фонографахъ полная амплитуда



Фиг. 7.



Фиг. 8

два канавки не доходить до 0,3 мм., а у насъ, положимъ, она для говорящаго фонографа дойдетъ до 1 мм., чѣмъ громкость рѣчи увеличится въ 11 разъ, мы изготовимъ пластинку (фиг. 6) съ отпечатками рѣчи на обѣихъ сторонахъ не толще 3 мм. Поверхность ихъ будетъ стальная, прочая же масса можетъ состоять изъ легкаго матеріала. Разсылка такихъ фонограммъ въ конвертахъ почти не представитъ затрудненій.

Какъ говорящій фонографъ можно взять фонографъ Кросса (фиг. 7 и 8), или фонографъ Saint-Loup работы Ducretet въ Парижѣ (№ 75 Rue Claude et Bernard) стоимостью въ 300 франковъ. Въ послѣднемъ, говорящая пластинка со штифтомъ подвигается часовымъ механизмомъ по прямой линіи со скоростью, пропорціональной скорости вращенія фонограммы, надѣтой четырьмя дырочками на 4 шпильки вращающаго механизма. Штифтъ идетъ по дву спиральной дорожки и, не будучи въ состояніи деформировать ея твердую поверх-

ность, въ точности передать рѣчь, заставляя пластинку колебаться достаточно сильно, чтобы кругомъ было слышно. Въ фонографѣ Сень-Лу пути, пройденные штифтомъ, пропорціональны временамъ. Размѣры этого фонографа вѣроятно придется увеличить.

Закончивъ перечень послѣдовательныхъ дѣйствій, я указываю опять, что каждое изъ нихъ осуществлено и что поэтому нѣтъ сомнѣнія въ осуществимости всего фонографа. Понятно, что онъ не замѣнитъ простого фонографа для частной корреспонденціи, но для воспроизведенія особо важныхъ рѣчей, манифестовъ, голоса извѣстныхъ пѣвцовъ и т. д., а въ особенности для фонографическихъ газетъ, чрезвычайно важна громкость и неискаженность рѣчи, такъ чтобы подписчики такой газеты могли сидѣть вокругъ фонографа и, сидя за работою, слушать его рѣчи, произнесенныя лучшими ораторами редакціи.

Дополненіе *)

Способъ записыванія колебаній, происходящихъ отъ рѣчи, при помощи фотографіи. Ей. W. Blake.

Крайне мелкія колебанія желѣзнаго диска въ телефонѣ Белля не поддаются наблюденію и измѣренію обыкновенными способами. Заостренная проволока, прикрѣпленная къ центру ферротипнаго кружка въ $2\frac{3}{4}$ дюйма діаметромъ, чертящая по законченному стеклу, дала наибольшую амплитуду колебаній въ $\frac{1}{50}$ дюйма подѣ дѣйствіемъ чрезвычайно громкаго голоса, обыкновенное-же напряженіе голоса, при которомъ удобно ведется рѣчь, вызывало едва замѣтныя движенія острия по коноты. Животныя перепонки, обладающія большою упругостію, чѣмъ металлическій дискъ, казалось, обѣщали лучшіе результаты, но инерція прикрѣпленной проволоки и сопротивленіе законченной поверхности получили значительную величину и вызвали сомнѣніе въ точности добытыхъ свѣдѣній. Dr. Clarence J. Blake пользовался барабанной перепонкой человѣческаго уха, какъ логографомъ **), и получилъ великолѣпныя и интересныя линіи. При разсмотрѣніи нѣкоторыхъ изъ нихъ (которыя онъ мнѣ любезно прислалъ), я замѣтилъ, однако, что число такимъ образомъ записанныхъ колебаній значительно меньше въ секунду, чѣмъ обыкновенно встрѣчается въ голосѣ, и доходитъ до 80.

*) Статья VII изъ «The american journal of science and arts» 1878.

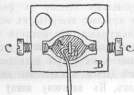
**) Архив офтальмологіи и отолוגіи, томъ V, № 1, 1876.

Логографъ, описанный W. H. Barlow, F. R. S., въ сообщеніи, прочитанномъ въ Королевскомъ Обществѣ *), служить для записыванія различныхъ давленій разрѣженного воздуха. За однимъ исключеніемъ диаграммы не измѣняютъ характера въ зависимости отъ большей или меньшей музыкальности звуковъ. Ширина линіи, начерченной верблужимъ волосомъ, и медленное движеніе бумаги замаскировываютъ мелкія колебанія, хотя бы приборъ и былъ приложенъ во всѣхъ прочихъ отношеніяхъ къ обнаруженію ихъ.

Опейоскопъ профессора А. Е. Dolbear, состоящій изъ натянутой перенонки, къ серединѣ которой прикрѣплено маленькое зеркало, хорошо обнаруживаетъ музыкальныя колебанія въ человѣческомъ голосѣ, но не опредѣляетъ ихъ характера.

Фонографъ Эдисона записываетъ на оловянномъ листѣ элементы голоса въ достаточной степени, чтобы воспроизводить рѣчь понятнымъ образомъ. Поэтому мельчайшія зазубрины на фольгѣ представляютъ собою записи, имѣющую великую научную цѣнность. Въ рукахъ Mr. Fleeming Jenkin онѣ обѣщаютъ привести къ цѣннымъ результатамъ **) въ анализѣ голосовыхъ звуковъ.

Докторъ S. Th. Stein ***) описалъ въ 1876 г. способъ фотографирования колебаній камертоновъ струнъ и т. п. прикрѣпленіемъ къ нимъ пластинокъ законченной слюды, въ которыхъ были проколоты малень-



Фиг. 9.

кія отверстія. Лучъ солнечнаго свѣта проходитъ черезъ дырочки и падаетъ на свѣточувствительную пластинку, движущуюся равномерно, и записываетъ сочетаніе движеній. Dr. Stein думаетъ, что его методу можно приложить къ голосовымъ звукамъ, но я не слышалъ, чтобы онъ приступилъ къ этому. Мои личные опыты въ этомъ направленіи по методу Штейна не удались.

*) Перепечатано въ Popular Science Review, London, July. 1874.

**) Nature, 9 мая 1879. Статя о сонографахъ Mr. J. Ellis.

***) Poggendorff's Annalen, Band CLIX Seite 142.

Цѣль настоящей статьи состоитъ въ описаніи метода, которымъ я получилъ фотографіи мельчайшихъ колебаній въ увеличенномъ масштабѣ.

Плоское стальное зеркало *A* (фиг. 9) поддерживается своею осью въ металлической рамѣ *B*. Концы оси коничны и аккуратно прилажены къ подпятничкамъ, устроеннымъ въ концахъ винтиковъ *C*, *C*. На задней сторонѣ зеркала сдѣланъ маленькій приливъ *D*, черезъ который просверлено маленькое отверстіе. За колеблющуюся пластинку взять ферротинный кружокъ въ $2\frac{3}{4}$ дюйма діаметромъ, привинченный къ оборотной сторонѣ устья телефона профессора John Reigse, употребляемаго теперь вездѣ. Отъ центра задней стороны этого кружка выдается твердая стальная проволочка, которой конецъ согнуть подъ прямымъ угломъ. Эта проволока служитъ для того, чтобы связать колеблющійся кружокъ съ зеркаломъ своимъ крючкомъ, пропущеннымъ въ *E*, какъ показано на чертежѣ. Рамка зеркала и колеблющійся кружокъ закрѣплены въ своемъ относительномъ положеніи при помощи куска твердаго дерева, къ которому оба прочно привинчены. Ось параллельна плоскости колеблющагося кружка, а плоскость зеркала ей перпендикулярна.

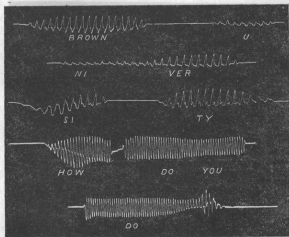
Гелиостатъ посылаетъ лучъ солнечнаго свѣта горизонтально черезъ малое круглое отверстіе въ темную комнату на вышеописанное зеркало, расположенное подъ угломъ въ 45^0 къ горизонту въ нѣсколькихъ футахъ разстоянія отъ отверстія въ экранѣ. Свѣтъ, отраженный внизъ, проходитъ черезъ собирательное стекло, въ фокусѣ котораго даетъ очень яркое изображеніе круглаго отверстія въ экранѣ.

Телѣжка, легко движущаяся на четырехъ колесахъ, проходитъ подъ луной на такомъ разстояніи, чтобы свѣточувствительная пластинка, положенная на нее, пришлась въ фокусѣ актиническихъ лучей. Равномерное движеніе телѣжки дается привязанною къ ней веревочкой, перепущенной черезъ блокъ. Къ висѣющему концу веревочки привязанъ свинцовый грузикъ, едва достаточный, чтобы уравновѣсить треніе, сопротивляющееся движенію телѣжки, между тѣмъ какъ дополнительный грузикъ дѣйствуетъ при началѣ движенія и устраняется какъ разъ передъ тѣмъ, чтобы свѣточувствительная пластинка достигла свѣтящейся вышеописанной точки.

Скорость телѣжки определяется дрожаніями неподвижно закрѣпленнаго камертона (третье до т. е. 512 колебаній въ секунду), чертящаго прикрѣпленною къ нему заостренною проволочкою по законченному стеклу, положенному на телѣжку. При каждомъ опытѣ было сосчитано и измѣрено болѣе 200 колебаній камертона и было сдѣлано тщательное сравненіе первыхъ и послѣднихъ колебаній для возможности удостовѣриться въ равномерности движенія. Изъ описанія явствуется, что когда

только одна телѣжка движется, на свѣточувствительной пластинкѣ сфотографируется прямая линія. Но когда говорить въ устье, кружокъ приходитъ въ колебаніе, и каждое его движеніе измѣняетъ наклонъ зеркала, а отраженный свѣтъ перемѣщается подъ удвоеннымъ этимъ угломъ, и происходящая фотографія является сочетаніемъ этого движенія съ движеніемъ телѣжки. *)

Общій характеръ полученныхъ кривыхъ, (фиг. 10 и 11) изображенъ здѣсь приблизительно въ половину (0,56) натуральной величины. Уменьшеніе произведено фотографією прямо на дерево, такъ что искусство



Фиг. 10.

кинографа заключалось въ обводѣ линій рѣзцомъ, что онъ исполнилъ съ большою точностью.

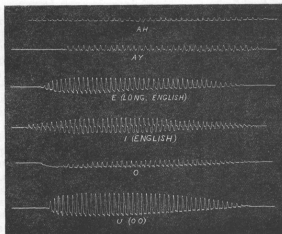
Скорость телѣжки для гласныхъ звуковъ была въ $21\frac{1}{2}$ дюймовъ

*) Телѣжка должна двигаться справа на лѣво. Тогда негативъ со стекляннѣй стороны и отпечатки дадутъ изображеніе слоговъ въ порядкѣ ихъ произношенія, а движенія колеблющагося кружка въ направленіи онъ говорящаго изображаются линіями, направленными внизъ. Расположеніе моей тенной машинки заставило меня двигать телѣжку слѣва направо, почему на приложенныхъ діаграммахъ выдвинутое положеніе пластинки къ говорящему соотвѣтствуетъ низшимъ частотамъ кривыхъ.

въ секунду, для словъ „Brown University“—40 дюймовъ и для словъ „How do you do“—14 дюймовъ въ секунду.

Съ математической точки зрѣнія абсциссы этихъ кривыхъ измѣряются известной намъ скоростью телѣжки и служатъ для опредѣленія шага, а ординаты изображаютъ амплитуду колебаній центра кружка, увеличенную фотографически въ 200 разъ. Уменьшеніе масштаба сводитъ увеличеніе приложенныхъ изображеній къ 112.

Ординаты не точно прямыя линіи. Онѣ суть доли вершинны параболы и очень близки къ круговымъ дугамъ, которыхъ радіусы равны



Фиг. 11.

фокусному разстоянію линъ. *) На приложенныхъ кривыхъ центры кривизны находятся справа.

*) Легко доказать, что отраженный лучъ движется по поверхности конуса, имѣющаго въ вершинѣ 90° , и котораго ось наклонена подъ угломъ въ 45° . Пересѣченіе этого конуса съ горизонтальной плоскостью свѣточувствительной пластинки даетъ параболу. Взятая для опыта линъ переноситъ вершину въ свой оптический центръ. Практически, ординаты можно сдѣлать прямыми, если расположить зеркальце и его ось вертикально, отражать лучъ точнымъ образомъ обратно къ отсѣржкѣ въ экранъ и двигать свѣточувствительную пластинку вверхъ и внизъ въ вертикальной плоскости.

При обыкновенномъ напряженіи голоса получается амплитуда почти въ дюймъ, при чемъ центръ диска перемѣщается на 0,005 дюйма, какъ опредѣлено непосредственно измѣреніемъ.

Измѣняя ускоряющій грузъ и высоту его паденія, можно дать всевозможныя скорости телѣжкѣ. Каждый слогъ произносится обыкновенно въ теченіи $\frac{1}{4}$ секунды. Поэтому, при большихъ скоростяхъ длина свѣточувствительной пластинки должна быть очень большая. Я употребляю пластинки въ два фута длиною и нахожу, что скорости отъ 16 до 40 дюймовъ въ секунду даютъ хорошіе результаты. Дѣйствіе свѣта обратно скорости. Для компенсаціи этого можно увеличить круглое отверстіе въ экранѣ. Это конечно вызываетъ увеличеніе изображенія его въ видѣ свѣтлаго пятна на свѣточувствительной пластинкѣ и повидимому влечетъ за собой вредное расширеніе чертямой кривой. Но, какъ наблюдалъ Dr. Stein въ своихъ опытахъ, скорость пластинки вліяетъ на воспринимаемое ею изображеніе пятна *суживаніемъ* его, потому что самая продолжительная экспозиція изображенія круглаго отверстія происходитъ вдоль по тону діаметру, который совпадаетъ съ направленіемъ линіи. Я пользовался обыкновенными фотографическими процессами, не стремясь достигнуть крайней свѣточувствительности. Требуется самый яркій солнечный свѣтъ. Магнѣйшій туманъ серьезно портитъ результатъ. Мой гелиостатъ—о двухъ обыкновенныхъ зеркалахъ, и въ нихъ потеря свѣта значительна.

Чтобы направить тѣхъ, кто бы пожелалъ испытать этотъ методъ, я сообщаю слѣдующіе размѣры:

Діаметръ круглаго отверстія въ экранѣ отъ $\frac{3}{4}$ до $\frac{7}{16}$ дюйма въ зависимости отъ требуемой скорости и актинической яркости свѣта.

Разстояніе зеркала отъ круглаго отверстія . 28 футовъ.

Разстояніе зеркала отъ свѣточувствительной пластинки $11\frac{1}{2}$ дюймовъ.

Фокусное разстояніе луны $9\frac{1}{4}$ "

Размѣры стального зеркала $0,46 \times 0,34$ дюйм.

Вѣсъ " " 0,065 грамма.

Естественно поднимается вопросъ о томъ, не можетъ ли зеркало иѣшать колеблющемуся кружку передавать рѣчь. Телефонъ даетъ на это прямой отвѣтъ и разрѣшаетъ сомнѣнія. Зеркало прикрѣплялось по вышеуказанному способу къ пластинкѣ телефона, и онъ при этомъ, безъ замѣтной потери въ ясности и качествѣ рѣчи, продолжалъ отлично какъ „воспринимать“, такъ и „передавать“ рѣчь.

Но всѣ ли элементы рѣчи, какія можно слышать, возможно изобразить при такомъ записываніи?—Другими словами,—полна ли передача? Я не приготовленъ къ тону, чтобы окончательно отвѣтить на этотъ

вопросъ, по слѣдующій опытъ ведетъ меня къ сомнѣнію въ томъ, чтобы можно было дать положительный отвѣтъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ доказываетъ поразительную чувствительность уха. Зеркало было прикрѣплено къ диску *воспринимающаго* телефона, и фотографія была снята, пока приборъ говорилъ слышно. Линія получилась почти прямая и давала лишь самыя слабыя указанія на то, что зеркало двигалось. Отсюда слѣдуетъ, что есть ясно слышныя элементы рѣчи, сопровождающіеся столь мелкими зазубринами волнъ, что ихъ этимъ способомъ записать нельзя.

Во всякомъ случаѣ надо замѣтить, что линія въ мѣстахъ, гдѣ колебанія очень малы, на столько широка, что этихъ маскируются ея изгибы въ этихъ мѣстахъ. Это доказываетъ неполное совершенство только что приведеннаго опыта.

Ясность и красота полученныхъ кривыхъ едва ли можетъ быть оценена, если не видѣть оригиналовъ. Ихъ сложность и разнообразіе открываютъ широкое поле для открытій, и онѣ какъ бы даютъ ключъ къ анализу произношенія рѣчи.

Изъ ответнаго письма Блека.

25 декабря 1890 г.

Я построилъ болѣе совершенный приборъ, но столько времени уходило на опыты, что я принужденъ былъ ихъ оставить. Съ тѣхъ поръ, какъ появились сухія пластинки, я часто хотѣлъ опять взяться за дѣло, но теперь устройство новой лабораторіи беретъ у меня все время и всю энергію.

Я надѣюсь, что Вы намѣрены работать надъ интересующимъ насъ вопросомъ при помощи болѣе деликатно построеннаго прибора. Можетъ быть записанныя мной приборомъ колебанія всетаки не суть истинныя колебанія рѣчи. *Я хотѣлъ бы видѣть эти кривыя, воспроизведенными на металлъ и найти, можно ли заставить ихъ говорить*).* Въ нашей новой лабораторіи я буду (надѣюсь) имѣть средство исполнить такую работу, если найду время... Нѣсколько дней тому назадъ главныя части прибора, о которомъ Вы спрашиваете, были вывезены какъ старое негодное имущество.

Примите и т. д. Eli. W. Blake.

*) Курень переводчика.