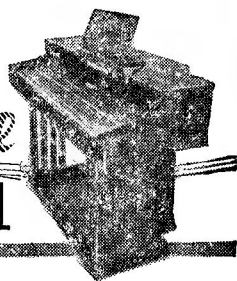


Электромusикальные ИНСТРУМЕНТЫ



А. А. Володин

Успехи электроакустики и радиотехники позволили по-новому подойти к конструированию электромузыкальных инструментов. В основном все инструменты можно разделить на две группы. К первой группе относятся такие инструменты, которые позволяют получить один-два, максимум три одновременно звучащих музыкальных тона. Эти инструменты могут быть использованы как солирующие, так и в составе ансамбля. Ко второй группе инструментов относятся т. н. многоголосые, т. е. такие, которые позволяют получить несколько одновременно звучащих тонов. Такие инструменты могут быть использованы без сопровождающего аккомпанемента.

В Советском Союзе наибольшее распространение получили одноголосые электромузыкальные инструменты как наиболее простые, которые и рассмотрены в настоящей статье.

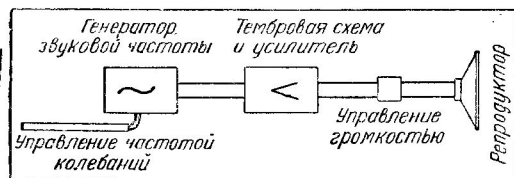


Рис. 1

Несмотря на большое разнообразие применяемых схем, все электромузыкальные инструменты этой группы могут быть изображены очень простой скелетной схемой (рис. 1).

Схема состоит из генератора звуковой частоты, усилителя и репродуктора. Кроме того, в схеме имеются приспособления для управления частотой генератора, громкостью и тембровой окраской.

Технические возможности подобного инструмента будут определяться способностью производимого звука к быстрым изменениям по высоте, силе и тембру. Основной вопрос сводится к рациональному конструктивному оформлению органов управления звуком. С этой точки зрения управление звуком путем вращения каких-либо ручек является совершенно недопустимым.

Очень остроумно и своеобразно решен вопрос управления звуком в первом наиболее старом электромузыкальном инструменте (рис. 2). Изменение высоты звука

в этом инструменте достигается приближением руки к металлическому стержню, включенному в цепь сетки одной из генераторных ламп.

При приближении руки к стержню A возникает относительная расстройка генератора с контуром L_2C_2 по отношению к генератору с контуром L_1C_1 . Вследствие расстройки генераторов возникают биения, частота которых лежит в пределах диапазона звуковых частот. В результате детектирования биений третьим каскадом получаются колебания звуковой частоты, которые усиливаются каскадами 4 и 5 и воспроизводятся репродуктором. Высота полученного тона тем выше, чем больше расстройка между генераторами или чем ближе рука исполнителя находится к стержню A .

Регулировка громкости звука осуществляется также очень своеобразным способом.

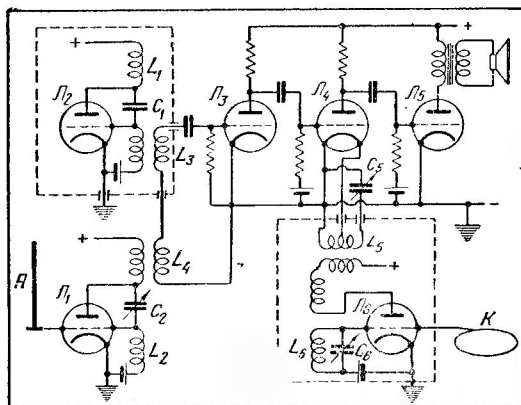


Рис. 2

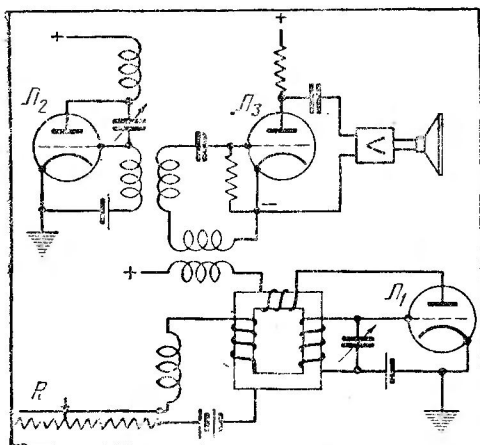


Рис. 3

Как видно из рис. 2, нить накала усиленной лампы 4 питается током высокой частоты от генератора с контуром L_0C_0 . Контуры L_0C_0 и L_1C_1 первоначально настраиваются в резонанс, и лампа 4, получая наибольший накал, дает максимальное усиление. Поднесение руки к кольцу K вызывает заметное изменение частоты колебаний. В связи с этим уменьшается ток в контуре L_0C_0 и, следовательно, ток накала усиленной лампы. В результате усиление уменьшается и звучание репродуктора становится тише.

Обычно правой рукой исполнитель изменяет высоту звука, а левой — громкость. Инструменту легко доступны «глиссандо»¹⁾ и «вибрации».

Однако, следует отметить, что играть на таком инструменте все же трудно и для получения удовлетворительных результатов требуется большой навык.

На рис. 3 представлена другая схема электромузыкального инструмента, предложенного В. Гуровым. Схема отличается от предыдущей способом получения расстройки генераторов. Для получения взаимной расстройки генераторов в этой схеме изменяется не емкость, а индуктивность контура.

Изменяя сопротивление R , мы будем менять подмагничивающий ток в дополнительной катушке, в связи с чем будет изменяться самоиндукция контура генератора 1. Это вызывает нужную расстройку генератора 1 по отношению к генератору 2. Так как изменение насыщения железа вызывает изменение индуктивности намотанной на сердечнике катушки колебательного контура, а, следовательно, и частоты колебаний генератора, то меняется и частота биений между высокочастотными генераторами. В конечном счете высота тона, воспроизводимого репродуктором, зависит от величины сопротивления.

Конструкция реостата позволяет полу-

чать как непрерывное плавное или быстрое, так и скачкообразное изменение величины введенного сопротивления R в соответствии с требуемыми изменениями высоты звука во время игры. Обычно такой реостат называется грифом (по аналогии с грифом струнных инструментов). Его устройство показано на рис. 4.

Гриф представляет собой длинную планку, на которой намотана проволока большого сопротивления. Верхняя поверхность намотки лишена изоляции и над ней находится гибкая электропроводная лента (например, тонкая металлическая сетка). От ленты и конца обмотки сделаны выводы в схему генератора. Генератор настраивается таким образом, чтобы при разомкнутой цепи грифа звука в репродукторе не было. Включение звука производится нажатием пальца на ленту грифа. При этом лента соединяется с обмоткой и тем самым замыкается цепь подмагничивающего тока.

Сила подмагничивающего тока, а следовательно, и высота звука определяются местом соприкосновения ленты с обмоткой.

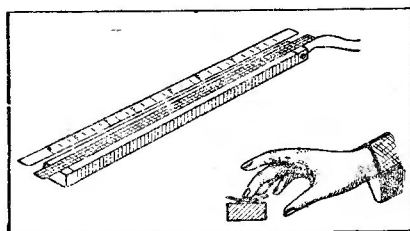


Рис. 4

Обычно гриф располагается горизонтально. При скользящем перемещении пальца по ленте, получается плавное изменение высоты тона (глиссандо). Движение пальца слева направо соответствует повышению тона.

Перестановка пальцев без скольжения дает скачкообразное изменение высоты тона. Быстрое покачивание пальца около места нажима заставляет звук вибрировать, что иногда бывает желательно.

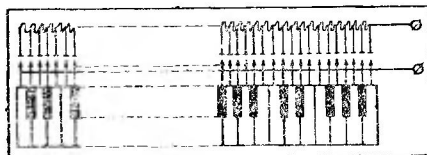


Рис. 5

Для удобства исполнения на грифе располагается шкала, градуированная в музыкальных интервалах. Шкала помогает исполнителю ориентироваться в расположении музыкальных тонов по длине грифа. Подвижность звука при использовании грифа очень высока и не уступает подвижности такого гибкого инструмента, как скрипка.

¹⁾ Музыкальный термин «глиссандо» — плавное изменение высоты звука (тона).

Поэтому гриф описанной конструкции продолжает с успехом применяться в современных электромузыкальных инструментах, в то время, как электрические схемы их значительно изменились.

Иногда вместо грифа применяется сопротивление с отводами. При этом включение того или иного числа секций сопротивления производится клавиатурой (рис. 5). Эта конструкция хороша тем, что исполнителю не приходится заботиться о «чистоте интонации», следовательно, играть здесь легче. Однако, такое устройство с фиксированными интервалами не позволяет получать «глиссандо», а также вибраций. Это ограничивает исполнительские возможности.

Поэтому такие инструменты обычно имеют дополнительные приспособления для получения вибраций и глиссандо.

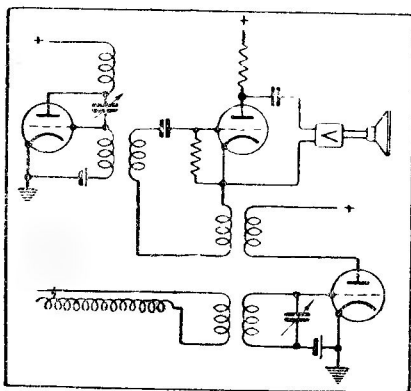


Рис. 6

Обмотку грифа можно также использовать не как омическое сопротивление, а как индуктивность. Схема такого устройства («Сонар» А. Ананьева) показана на рис. 6. Расстройка генератора 1 достигается изменением самоиндукции L . В остальном схема работает так же, как и предыдущая.

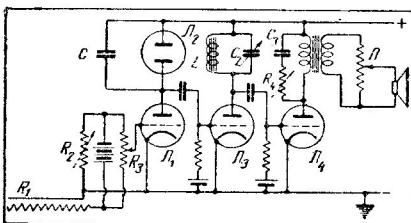


Рис. 7

Следует отметить, что получение звуковой частоты методом биений в настоящее время почти не применяется (в электрических инструментах).

Недостатком схем, основанных на методе биений, является то, что они не стабильны в работе, громоздки и, кроме того, дают звук маловыразительного тембра, трудно поддающегося обогащению.

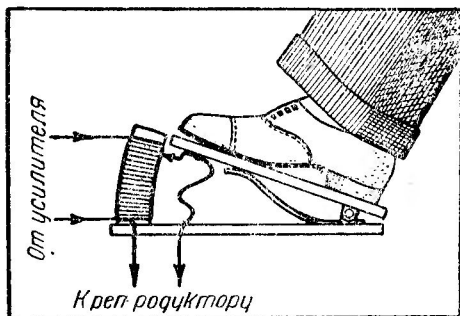


Рис. 8

Обычный генератор низкой (звуковой) частоты не нашел себе применения в электромузыкальных инструментах, так как в нем трудно получить изменение частоты в больших пределах с помощью грифа. Зато значительное распространение получили схемы с релаксационными генераторами.

Существует достаточно большое количество таких схем. Далее приводится описание одной из них с лампой тлеющего разряда (рис. 7).

В схеме лампа L_1 служит зарядным сопротивлением конденсатора C . От величины отрицательного смещения на сетке этой лампы зависит скорость заряда конденсатора C . Когда напряжение на обкладках конденсатора C достигает напряжения зажигания неоновой лампы L_2 , последняя загорается

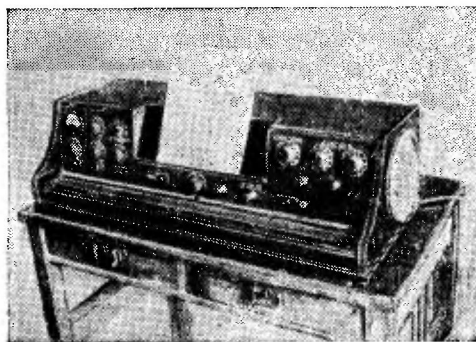


Рис. 9. „Эквотин“ Володина А. и Ковальского К.

и разряжает конденсатор. Число таких разрядов в секунду определяют собою генерируемую частоту. Чем больше отрицательное смещение на сетке лампы L_1 , тем больше ее внутреннее сопротивление и тем медленнее заряжается конденсатор C . В связи с этим число разрядов конденсатора C на неоновую лампу становится меньшим и частота уменьшается. Наоборот, в случае уменьшения отрицательного смещения на сетке лампы L_1 генерируемая частота увеличивается. Исполнитель оперирует сопротивлением R_1 , которое выполнено в виде:

грифа. Схема так отрегулирована, что при разомкнутом грифе лампа L_1 заперта. При нажатии на гриф смещение уменьшается и схема приходит в действие. Движение пальцев слева направо вызывает уменьшение смещения на сетке лампы L_1 и, следовательно, повышение звука.

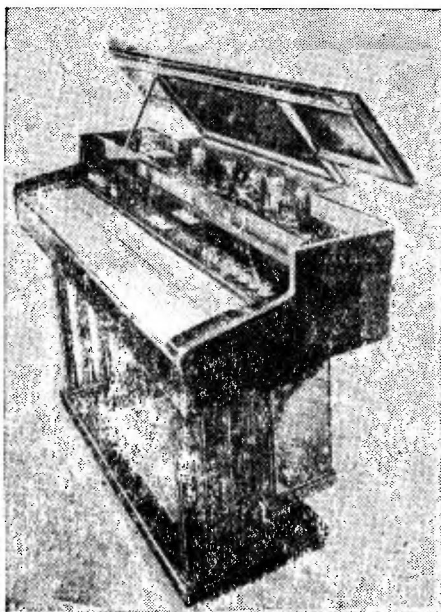


Рис. 10. „Биолена“ Гурова В.
Модель 1937 г.

Как всякий релаксационный генератор, описанный генератор дает колебания, богатые гармониками. Благодаря этому, тембр звука получается значительно более выразительным, чем в схемах на биениях. Кроме того, он легко поддается изменениям при помощи соответствующих более или менее сложных фильтров. В качестве простейшего фильтра может быть использован контур низкой частоты (рис. 7 — контур LC_2), а также обычно применяемый в радиоприемниках точкочасть (рис. 7 — R_4C_3). Имитация звучания того или иного из существующих инструментов требует наличия достаточно сложных тембровых схем. Часто для возможности быстрого изменения тембра схема снабжается специальными переключателями.

Обычно в электроинструментах употребляется регулятор громкости, показанный на том же рис. 7 (потенциометр P).

В случае применения динамика потенциометр имеет небольшое сопротивление и может быть выполнен из сравнительно толстой проволоки, обладающей хорошей механической прочностью. Это необходимо учитывать, так как во время исполнения регулятор громкости находится все время в движении. Конструктивно регулятор громкости выполняется в виде педали (рис. 8).

Обычно современные конструкции снабжаются еще целым рядом дополнительных устройств для получения затухающих звуков всякого рода, вибраций, желаемого характера возникновения звука и т. п.



Рис. 11. Электромузыкальный инструмент по схеме рис. 2

Получение нескольких одновременно звучащих тонов может быть достигнуто применением нескольких генераторов.

В заключение приводим несколько фотографий электромузыкальных инструментов (рис. 9, 10 и 11).