**К вопросу об акустическом обосновании аккорда**

В середине первой половины XVIII в. Жаном Филиппом Рамо были опубликованы ряд теоретических работ по музыке, в которых он, развивая идеи Дж. Царлино, изложил новый подход к объяснению происхождения музыкальной гармонии[[1]](#footnote-1)[1] и заложил фундамент для разработки основных положений функциональной системы музыкального гармонического анализа. По настоящее время, обоснование аккорда у Рамо является наиболее приемлемым, несмотря на наличие в нем существенных недостатков, за которые его теория подвергается вполне обоснованной критике. Мы не будем ее повторять.

В предлагаемой работе мы выделим из них два основных ограничения, которые были положены в основание теории.

1. Ограничение по обертонам. В акустическом обосновании музыкальных гармоний Ж. Ф. Рамо ограничился только пятым (точнее шестым) обертоном[[2]](#footnote-2)[2], отбросив седьмой и выше по причине их слабого звучания. Если следовать данному положению Ж. Ф. Рамо, то тембровые различия у звуков определяются только тремя обертонами: 1, 3 и 5. Такое ограничение позволило, в какой-то мере, акустически обосновать только мажорное трезвучие и, по аналогии – минорное. В то же время такие сложные многоступенные сочетания, как септаккорды, нонаккорды и т.д. стали рассматриваться исключительно как комбинации из трезвучий получаемые путем сложения трезвучий. В связи с этим, данное ограничение оказало существенное влияние на разработку основных положений теории политональности[[3]](#footnote-3)[3] и значительно помешало ее беспроблемному утверждению[[4]](#footnote-4)[4].

Кроме того, ограничение по обертонам свело звуковысотную интонационную трактовку музыкальных интервалов исключительно к указанным трем обертонам с учетом тех числовых комбинаций, которые можно получить при их участии.

Вопрос об участии обертонов с 7 и выше (особый интерес, как случай характеризующий недостатки 12-ступенного равномерно-темперированного строя, представляют 11 и 13 обертоны) в формировании гармонического мышления у человека поднимался теоретиками еще во времена Ж. Ф. Рамо. Не закрыт он и по настоящее время. В ХХ веке к нему возвращались такие исследователи, как Гарбузов, Мазель, Исхакова-Вамба.

В то же время их аргументы, как против, так и в пользу использования 7-го обертона в музыкальной практике не выглядят убедительными[[5]](#footnote-5)[5].

2. Ограничение по числу центральных звуков (основных тонов). По выражению Ж. Ф. Рамо, мажорная гармония «дана в резонансе звучащего тела»[[6]](#footnote-6)[6]. В его определении центральную роль выполняет только один звук – прима, а терция и квинта являются просто усиленными 5 и 3 обертонами основного тона. Даже для мажорного трезвучия такое обоснование справедливо только при определенном расположении терции и квинты – когда квинта расположена не ближе терцдецимы (октава + квинта), а терция находится через две (и более) октавы от примы. Теснейшее расположения мажорного аккорда и тем более его обращения выпадают из теории Ж. Ф. Рамо, несмотря на созданную им теорию обращений[[7]](#footnote-7)[7]. Наиболее сильно ограничение по числу основных тонов отразилось на акустическом обосновании минорного трезвучия. По сути дела этот аккорд с акустической стороны не имеет объяснения и по настоящее время. Среди многих попыток осуществить это, можно выделить только теорию Гельмгольца об унтертонах[[8]](#footnote-8)[8], но и она не имела успеха. Иные попытки обоснования минора у Ю. Н. Тюлина, Г. Брусянина, Л. А. Мазеля можно рассматривать только как гипотезы, которые несут описательный характер и основанные скорее на слуховых ощущениях, чем на научных обоснованиях. В этом отношении интересна теория П. Хиндемита, но ее недостатки в полной мере показаны в критической работе Ю. Н. Холопова[[9]](#footnote-9)[9].

**\* \* \***

Мы рассмотрим эти две проблемы с несколько иных позиций.

Практически любой звук состоит из множества призвуков называемых обертонами. Первый обертон имеет название основного тона. Все остальные призвуки выше по частоте звучания и, в общем случае, их номера показывают во сколько раз высота (частота) соответствующего обертона выше частоты основного тона[[10]](#footnote-10)[10]. При этом интенсивность звучания[[11]](#footnote-11)[11] обертона уменьшается, по мере увеличения его номера, что и использовал Рамо при ограничении шестым обертоном своей последовательности призвуков. Но позже была определена зависимость порога слышимости от частоты звука, которая показала, что низкий звук с более высоким уровнем интенсивности может оказаться менее слышимым по сравнению с более высоким звуком с меньшим уровнем интенсивности.

Рисунок 1 - 2

Зависимость между минимальным уровнем (силой) звука и его частотой (высотой звучания) показана на рис. 1 и рис. 2 (3, с.47). Она описывается линией, которая называется порогом слышимости. При одинаковой интенсивности, воспринимаемая громкость звуков различной высоты не одинакова и для того, чтобы был услышан звук с частотой 50 герц, его уровень интенсивности должен быть ~ 40 децибел. В то же время, для звуков расположенных в полосе частот от 1000 до 5000 герц этот уровень колеблется от 0 до 10 децибел.

Рамо, опираясь на вычисления современных ему математиков, основывался в своих рассуждениях только на интенсивности звучания обертонов, по отношению к основному тону звука и не имел представления о данной особенности человеческого слуха. В действительности оказалось, что к этому вопросу необходимо подходить более осторожно.

На рис. 3[[12]](#footnote-12)[12] показано как уменьшаются интенсивности звучания обертонов в тембрах различных музыкальных инструментов (приведенные спектры носят качественный характер). Для контрфагота можно отметить измеренные призвуки в районе 50-го обертона. Но определить по интенсивности звучания, какой обертон воспринимается громче, нельзя, в связи с зависимостью порога слышимости от высоты звука.

В музыкальной акустике для этого используют другие величины, одну из которых называют фон – уровень громкости, под которым понимают «некоторую безразмерную величину громкости H, выраженную в десятичных логарифмах и равную по слуховому восприятию уровню интенсивности синусоидального звука с частотой 1000 герц»[[13]](#footnote-13)[13]. Но и данный параметр не вполне нагляден. На практике часто используют другую относительную величину, которую называют относительной громкостью или просто громкостью и измеряют в сонах[[14]](#footnote-14)[14]. Субъективному увеличению громкости в два раза соответствует повышение ее на условной шкале на 1 сон[[15]](#footnote-15)[15].

Рисунок 3

Нами были проведены расчеты (не приводятся в связи с их объемностью) по определению громкостей звучания обертонов для щипкового инструмента. Результаты расчетов (в сонах) приведены в таблице 1.

Как мы видим из таблицы, разница в громкости звучания 5-го и 7-го обертонов незначительна для определенного спектра частот основного тона. При некоторых частотах основного тона на таком же (или почти на таком же) уровне громкости воспринимаются 11, 13, 15, и даже 21 обертоны[[16]](#footnote-16)[16].

В связи с этим можно сказать, что громкость звучания обертона уменьшается по мере возрастания его номера, но не настолько быстро, как предполагал Жан Филип Рамо. Это, в свою очередь, позволяет нам утверждать, что в гармоническом развитии слуха, точнее, в становлении гармонического восприятия, участвуют не только 1, 3 и 5 обертоны, но и более высокие, предела для которых с абсолютной точностью мы установить не можем. Данные границы, как мы видим, меняются в зависимости от высоты основного тона. При частоте основного тона 100 гц (~ Соль большой октавы) происходит равномерное уменьшение реальной (слышимой) громкости обертонов, по мере увеличения их частоты. Для звука с частотой основного тона 200 гц, 21-й обертон имеет реальную громкость практически такую же, как и 5 обертон.

Таблица 1.

|  |  |
| --- | --- |
| Частота основного тона | Громкость звучания обертона (сон) |
|   | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 21 |
| 100 | 6,0 | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 2,5 |
| 200 | 9,0 | 6,0 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 4,0 |
| 400 | 10 | 6,0 | 4,0 | 4,5 | 4,5 | 5,0 | 3,5 | 2,5 | 2,0 |
| 800 | 11 | 7,5 | 7,0 | 4,0 | 3,5 | 2,5 | 2,0 | 1,5 | 0,1 |

 Хотя эти расчеты проводились только для щипковых инструментов, результаты лабораторных измерений для других инструментов (см. рис. 3) показывают, что обертоны выше 5-го имеют достаточную громкость, чтобы быть воспринятыми и выделенными нашим слухом среди обертонового множества, так же как 3-й и 5-й обертон.

В свое время Ж. Ф. Рамо сказал, что трезвучие заложено в структуре звука. Но вышеизложенное показывает, что звук, как норма гармонического единства, дает нам гораздо больший по звуковому составу «аккорд», и, следовательно, более широкий выбор из возможных гармонических звукосочетаний, которые нельзя просто взять и поделить на две противоположности – консонанс и диссонанс.

В связи с этим, можно сказать, что механизм реализации переноса родства обертонов в одном звуке на гармоническое родство многих звуков более сложен, чем представлял Рамо.

Мы сформулируем это несколько иначе.

Звук, окружая нас с рождения, своей акустической структурой закладывает нормы гармонического единства. Но, основное значение играет способность человеческого слухового восприятия выделять из этого единства отдельные звуки и воспринимать их как частности, хотя и звучащие в единстве. Наглядным примером проявления данного свойства слухового восприятия, но только в части восприятия и воспроизведения отдельных голосов, является народная подголосочная полифония. И восприятие уровня гармоничности созвучия, в нашем сознании происходит через восприятие общих обертонов соединяемых в одновременности звуках. Чем в большем родстве находятся общие призвуки с основными тонами двух (или более) звуков, тем большее родство мы воспринимаем между этими звуками и тем больше общих обертонов имеют они.

Исходя из этого, мы можем с полным на то основанием утверждать, что большая терция и малая секста, по уровню консонантности, не одинаковы. Малая секста с интервальным коэффициентом 8/5 скорей сопоставима с тритоном, имеющим интервальный коэффициент 7/5. Также как кварта ближе к малой терции с коэффициентом 5/3, чем к квинте с коэффициентом 3/2. Как мы видим, представление о подобии обращений неверно. Оно возникло на основании теорий о «золотом сечении» или «подобия зеркального отображения», которые не всегда подходят для научных объяснений, как бы красиво это не выглядело.

На одинаковом уровне гармоничности с мажорным трезвучием находится и минорный аккорд, но его «проблема»[[17]](#footnote-17)[17] состоит в другом. Рамо, выделяя только одну музыкальную ступень в качестве основной, исказил саму суть аккорда – единство многих звуков. Ярко выраженное центральное значение основного тона – оснoвность – проявляется в строении любого звука. Поэтому каждый звук со своими призвуками имеет в рамках созвучия определенную самостоятельность. Если второй звук является усилением обертона (особенно 3 или 5) первого звука, то его самостоятельность проявляется незначительно (пример 1[[18]](#footnote-18)[18]). Но, например, в теснейшем расположении (пример 2) – в данном случае квинте – мы имеем два звука, основные тона (обертоны) каждого из которых не совпадают ни с каким обертоном другого. Естественно, что в данном случае каждый звук будет восприниматься с большей самостоятельностью, хотя качество родства существенно не изменится. А в обращении квинта вообще располагается ниже примы и конечно начинает претендовать на центральную роль в созвучии. И при определенных гармонических условиях в конкретном музыкальном произведении получает ее. Так, например, происходит с тоническим квартсекстаккордом - Т46, когда под влиянием окружающих условий на первый план выходит квинта, и аккорд функционально превращается в кадансовый квартсекстаккорд - К46 с ярко выраженной доминантовой функцией. В общем случае изменение положения любой из ступеней или добавление новой может нести в себе не только изменение звучания аккорда, но и изменять его гармоническую функцию вплоть до ладотональной принадлежности. Поэтому вопрос изначально должен быть поставлен иначе: как возникает воспринимаемая нами гармоническая связь звуков в одновременном звучании (посредством чего). На этот вопрос мы частично ответили выше. Ответ – через общие обертоны.

Этот ответ позволяет объяснить замечания многих теоретиков о том, что даже унисон, разнесенный на три октавы становится диссонансом, как и большая секунда. Это естественно, так как 8-ой обертон не намного отличается от 9-го по степени родства к основному тону.

Следуя приведенной схеме, мы можем выделить два типа соединения звуков (на примере двух звуков).

Первый – когда один из звуков созвучия есть обертон другого (созвучие подчиненного типа) – простейший пример – квинта через октаву с интервальным коэффициентом 3 (пример 1A). Второй – когда никакими октавными перемещениями любого звука из входящих в созвучие мы не сможем привести его к такому положению, когда он станет обертоном другого (созвучия с изначально независимым соединением или опосредованные[[19]](#footnote-19)[19]) – простейший пример – малая терция с интервальным коэффициентом 5/3 (пример 1C).

Как мы отмечали выше, для созвучия подчиненного типа многое зависит от расположения звука являющегося обертоном (или его октавных дублировок) по отношению к основному тону. Если взять за стандартное расположение, когда один из звуков созвучия занимает место обертона, то при его октавном перемещении (транспонировании) вниз, он будет связан с основным тоном через свой второй обертон, а не напрямую, и приобретет несколько большее значение в организации созвучия (пример 1B ). При дальнейшей транспозиции его вниз, мы можем прийти к такому положению, что звуковысотно он окажется ниже основного тона. В этом случае центральное значение основного тона существенно уменьшается и функциональность данного созвучия уже в большей мере начинает зависеть от окружающих условий: предшествующих и последующих созвучий, за счет линеарных связей и т.д. Будем, в дальнейшем, называть такое явление политоновостью созвучия. Естественно, что в созвучиях независимого типа политоновость проявляется изначально и в большей мере. В таких звуковых соединениях всегда существуют несвязанные обертоны, которые «работают» на утверждение самостоятельности только своих основных тонов. Собственно говоря, в любом созвучии политоновость существует всегда, но ее проявление (точнее ее восприятие нами) сильно зависит от типа созвучия, от расположения звуков в созвучии и от окружающих гармонических связей (гармонических условий).

Отсюда вытекает, что при соединении двух (и более) звуков, мы получаем два специфических свойства созвучия. Первое: если выделять один из звуков в качестве центрального, основного, то при соединении двух звуков, второй изменяет обертоновый состав первого, по крайней мере, качественно (усиление отдельных обертонов). Это можно называть сонористическим эффектом созвучия. Причем он проявляется как в основном тоне созвучия, так и в подчиненном, а также и в обоих звуках при независимом типе соединения, главное – какой тон выделяется в качестве центрального. Второе свойство вытекает из восприятия каждого звука в качестве независимого элемента созвучия – это свойство мы будем называть политоновостью (в отличие от политональности).

Несмотря на выделение этих свойств в отдельные группы, оба они присутствуют в созвучии одновременно. Но их проявление зависит от многих причин. Таких, например, как тип соединения (подчиненный или независимый), расположения звуков относительно друг друга, количества звуков в созвучии, окружающих гармонических условий в рамках музыкального произведения, используемых музыкальных инструментах, их тембрами, метроритмическими особенностями в момент соединения, степенью акцентирования того или иного свойства и т.д.

Предложенная модель организации созвучий позволяет выйти за рамки основного признака аккорда определенного еще Царлино, а именно, терцового строения созвучия. Формально данный признак может быть распространен на любое созвучие. Например, используя большие и малые терции, мы можем построить созвучие из всех 12 ступеней октавы и, представив его в теснейшем расположении (кластер), назвать, с полным на то основанием, аккордом. Удаляя из него определенные ступени, обосновав это их пропуском, мы можем «привязать» название аккорда к любому созвучию. Конечно, данное рассуждение приводит к абсурду и не позволяет определить звуковысотных отношений между составляющими созвучия даже через терцовые связи. Поэтому мы можем сказать, что терцовое строение является достаточным признаком аккорда, но не обязательным.

Основным выводом рассуждений является то, что современная музыкальная практика требует иной классификации аккордов[20] с большим числом признаков. Один из них мы уже рассмотрели – это разделение аккордов на подчиненный и независимый типы. При этом проявление подчиненности (независимости) существенно зависит от взаимного расположения составляющих аккорд звуков (ступеней).

Классификация аккордов по терцовому строению изжила себя и не соответствует по своему уровню современной музыкальной практике.

Соответственно и деление ладовых наклонений только на мажор и минор также не способно в полной мере описать всю специфику современных музыкальных ладотональных систем используемых на практике.

Иные признаки классификации созвучий мы рассмотрим в другом месте.

**Список литературы**

[1] См. Рыжкин И. Классическая теория (Ж. Ф. Рамо). // И. Рыжкин, Л. Мазель. Очерки по истории теоретического музыкознания. ГМИ, ч.1 - М., 1934, ч.2 - М.-Л. 1939. С. 3-72.

[2] См. Рыжкин И. Классическая теория (Ж. Ф. Рамо). // И. Рыжкин, Л. Мазель. Очерки по истории теоретического музыкознания. ГМИ, ч.1 - М., 1934, ч.2 - М.-Л. 1939. С 12-13.

[3] См. Мийо Д. Политональность и атональность. Например, В работе Кокоревой Л. Дариус Мийо. М., 1986, с. 283-296.

[4] Более подробно о проблемах политональности см.: Коптев С. К истории вопроса о политональности // Теоретические проблемы музыки ХХ века. Выпуск 1. М.,1967, Берков В.О. О Политональности //Берков В. Избранные статьи и исследования. М., 1977, Паисов Ю. Политональность в творчестве советских и зарубежных композиторов ХХ века. М., 1977.

[5] См., например, Исхакова-Вамба Р. Ангемитоника как музыкальная система. М., 1990.

[6] Цитата взята из работы Брусянина Г. К проблеме акустического обоснования минора // Проблемы музыкальной науки. Выпуск 5. М., 1983, с. 99.

[7] См. Рыжкин И. Классическая теория (Ж. Ф. Рамо). // И. Рыжкин, Л. Мазель. Очерки по истории теоретического музыкознания. ГМИ, ч.1 - М., 1934, с. 13-14.

[8] См. Гельмгольц Учение о слуховых ощущениях как физиологическая основа для теории музыки. СПБ, 1875.

[9] Холопов Ю.Н. Проблема основного тона в теоретической концепции Хиндемита. // Музыка и современность. М., 1962, с. 303-333.

[10] В природе имеются определенные отклонения, например, иная зависимость частоты обертона от его номера, при звучании брусков (см. «Музыкальный энциклопедический словарь», статья «Обертоны»), но такие исключения - явление довольно редкое и мы будем считать, что они не несли определяющего значения в формировании человеческого гармонического мышления, хотя и не можем отвергать какой-то, пусть даже и незначительной их роли в этом.

[11] Измеренная в децибелах.

[12] Кузнецов Л.А. Акустика музыкальных инструментов. М., 1989, с. 76.

[13] Кузнецов Л.А. Акустика музыкальных инструментов. М., 1989, с. 47.

[14] Кузнецов Л.А. Акустика музыкальных инструментов. М., 1989, с. 47.

[15] Так как эта величина не зависит от частоты (высоты) звука, то мы определим ее для себя, как основную. Пересчет из децибел в соны весьма сложен и требует больших объемов графических работ, поэтому он не приводится.

[16] Расчеты велись с определенными допущениями (отсутствие нелинейных искажений в колебании струны, щипок рассматривался как оттягивание струны без удара), поэтому результаты не следует оценивать на абсолютную точность, но можно утверждать, что уровень соотношений между звучанием обертонов достаточно точен.

[17] Выражение заключено в кавычки, так как данная проблема относится не только к минорному трезвучию, но и к акустическому обоснованию созвучий в общем.

[18] В примерах овальными нотами показаны основные (первые) обертоны звуков, закрашенными ромбами - общие (совпадающие) обертоны, не закрашенными ромбами – несовпадающие обертоны

[19] Связанные через общие обертоны, ни один из которых не является основным тоном другого или его октавной дублировкой (подобием).

[20] Если оставить за понятием «аккорд» только созвучия с терцовым строением, то его можно заменить на любое другое: созвучие, вертикальный комплекс и т.д.

1. [↑](#footnote-ref-1)
2. [↑](#footnote-ref-2)
3. [↑](#footnote-ref-3)
4. [↑](#footnote-ref-4)
5. [↑](#footnote-ref-5)
6. [↑](#footnote-ref-6)
7. [↑](#footnote-ref-7)
8. [↑](#footnote-ref-8)
9. [↑](#footnote-ref-9)
10. [↑](#footnote-ref-10)
11. [↑](#footnote-ref-11)
12. [↑](#footnote-ref-12)
13. [↑](#footnote-ref-13)
14. [↑](#footnote-ref-14)
15. [↑](#footnote-ref-15)
16. [↑](#footnote-ref-16)
17. [↑](#footnote-ref-17)
18. [↑](#footnote-ref-18)
19. [↑](#footnote-ref-19)