

С.М. АЛЛОН
И.Г. ФАДЕЕВ

РЕМОНТ РОЯЛЕЙ И ПИАНИНО

АЛЛОН С. М., ФАДЕЕВ И. Г. Ремонт роялей и пианино. «Легкая индустрия», 1968, стр. 228, тираж 23 000 экз. цена 64 коп.

В книге подробно изложены практические приемы ремонта, настройки, интонировки и лицевой отделки пианино и роялей отечественного и зарубежного производства. Даны необходимые сведения по устройству клавишно-молоточковых механизмов, по физической и музыкальной акустике. Рекомендуются технические требования и правила эксплуатации инструмента.

Книга предназначена как для квалифицированных мастеров по ремонту фортепиано и настройщиков, так и для лиц, начинающих изучать вопросы ремонта и настройки инструмента; она может служить практическим руководством для учащихся специальных учебных заведений и курсов подготовки мастеров.

Рисунков 51, таблиц 12, библиографии 12

Рецензент: В а л ь ш о н о к З. И.

3-19-2
79-68



ГЛАВА I

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ВИДАХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

КЛАССИФИКАЦИЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ПО ПРИНЦИПУ ОБРАЗОВАНИЯ ЗВУКА

История развития музыкальной культуры человечества длительна, она неразрывно связана с попутной эволюцией различных типов и видов музыкальных инструментов. В настоящее время имеются признаки некоторой стабилизации видов и форм музыкальных инструментов прошлого и зарождения новых инструментов, основанных на достижениях современной электроники.

Все существующие музыкальные инструменты могут быть объединены в следующие группы: струнные, духовые, язычковые, ударные, электронные. Название каждой группы определяет технические средства, при помощи которых создается звук.

Например, в инструментах струнной группы звукообразователем являются тонкие, гибкие струны, но способы возбуждения их весьма различны. Эти способы и определяют окончательно вид инструмента и его принадлежность, а именно:

а) щипковые, в которых струны зашипываются пальцами рук — это балалайки, гитары, мандолины, домбры, гусли, арфы и т. п.;

б) смычковые, в которых струны звучат в результате трения о них пряди шероховатого волоса, туго натянутой на трость (смычок) — это скрипки, виолончели, контрабасы;

в) ударные — это обычно многострунные инструменты, возбуждаемые ударами упругих молоточков, приводимых в действие непосредственно руками исполнителя (цимбалы), или сложным клавишным механизмом (пианино и рояли).

По сравнению с другими инструментами группа струнных инструментов самая многочисленная. Из них образуют национальные ансамбли; они являются основным ядром в составе

каждого симфонического оркестра. Каждый музыкальный инструмент имеет свою палитру тонов, свое неповторимое богатство тембра. Но даже ярко выраженная индивидуальность некоторых инструментов не может перекрыть такой недостаток, как ограниченность звуковых средств из-за малой шкалы звуков. По этой причине музыкант, играющий на отдельном инструменте, фактически исполняет лишь один голос или небольшой элемент мелодии. Это лишает возможности передать сложные произведения на одном инструменте полностью, со всеми голосами и оттенками. В таком случае приходится соединять в один ансамбль или оркестр многие голоса — инструменты, где каждый в свое время исполнит партию, записанную в нотах.

Только один инструмент способен точно и полноценно, со всеми оттенками, воспроизвести самое сложное симфоническое произведение, требующее участия нескольких десятков голосов сразу — это рояль и его разновидность — пианино. Они имеют самый большой фиксированный диапазон звуковой шкалы в 88 тонов, объединенных в 7 и $7\frac{1}{4}$ октав от самого низкого басового звука — ноты *ля* субконтроктавы до ноты *до* пятой октавы, т. е. высокого дискантового звука, близкого к порогу нормального человеческого слуха.

Помимо звуковых богатств и тембровых окрасок, рояль и пианино имеют совершенный очень чуткий клавишно-молоточковый механизм. Все это в совокупности открывает перед исполнителем безграничные возможности творчества.

Рояль одинаково успешно применяется как инструмент сольный, ансамблевый; он является абсолютно незаменимым для сопровождения выступления солистов, для творческой деятельности композиторов.

Таким образом, *рояли и пианино — это струнные клавишно-молоточковые музыкальные инструменты со звуковым диапазоном до 88 тонов, или $7\frac{1}{4}$ октав и частотным диапазоном от 27,5 колебаний в секунду у самого низкого звука — *ля* субконтроктавы до 4185,6 колебаний в секунду у самого высокого звука — до пятой октавы.*

В настоящее время клавишно-молоточковые инструменты (фортепиано) подразделяются на два типа: рояли и пианино.

Основная отличительная особенность роялей заключается в горизонтальном расположении корпуса, струн, механизма. Корпус, установленный на трех ножках, имеет характерную крыловидную форму (рис. 1). Размеры роялей (по длине) различны: для больших аудиторий, вмещающих две, три и более тысяч слушателей, предназначен концертный рояль, обладающий мощным звуком, способным наполнять весь зал; для малых помещений не нужно мощное звучание, здесь звук может быть послабее, интимнее, что вполне обеспечит маленький рояль — кабинетный или «миньон» (т. е. малый).



Рис. 1. Кабинетный рояль



Рис. 2. Пианино модели С-16

Таблица 1

Рояли		Пианино			
Наименование	Назначение	Длина, см	Наименование	Назначение	Высота, см
Большой концертный (оркестровый)	Сольное исполнение в больших залах, ансамбли с большим симфоническим оркестром	265—300	Концертное	Любительское (непрофессиональное) исполнение (в настоящее время не выпускаются)	150—175
Малый концертный	Сольное исполнение в средних залах, ансамбли малых составов	225—250	Салонное Большое кабинетное	То же Любительское (непрофессиональное) исполнение	135—145 125—135
Салонный	Сольное исполнение на малой эстраде, учебно-педагогическая работа	190—220	Малое кабинетное	То же	110—120
Кабинетный	Учебно-педагогическая работа, любительское (непрофессиональное) исполнение	150—180	Минипиано	»	85—105
Миньон (малый)	Любительское (непрофессиональное) исполнение	115—140			

Пианино — инструмент с вертикальным расположением струн клавишно-молоточкового механизма и, следовательно, корпуса. Корпус для большей устойчивости делается в виде прямоугольного шкафа (рис. 2).

Из-за малых размеров струн, а также частичного приглушения звука корпусом пианино имеет менее сильный тон, меньшую певучесть и мелодичность.

Механизм, ориентированный вертикально, несколько проигрывает в четкости и скорости работы по сравнению с роялем. Поэтому пианино — инструмент исключительно камерный для учебной работы, домашнего музицирования. Пианино подразделяются по высоте.

Пианино и рояли обрели сейчас стабильные и всемирно принятые типы и размеры (табл. 1).

ОБЗОР ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ РОЯЛЕЙ И ПИАНИНО

Длинный исторический путь прошли наши струнные клавишные инструменты, пока приобрели привычный облик тех пианино и роялей, которые давно уже стали верными спутниками многих поколений людей, связанных с музыкой.



Рис. 3. Лук музыкальный

В глубокой древности, на заре истории, появился их родоначальник, ничем не напоминавший современный многозвучный рояль. Это был обычный самодельный охотничий лук, изготовленный из упругой деревянной палки, стянутой жилкой, кожаным шнуром или прочным растительным жгутом (рис. 3). Туго натянутая тетива лука, защищаемая пальцами, звучала, вызывая у человека, первые, пусть примитивные, звуковые впечатления.

В последующие века был создан уже специальный музыкальный инструмент, на котором можно было исполнять мелодию. Таким был античный «монохорд» (однострунный). Основу его составлял продолговатый деревянный ящик, на крышке которого крепилась одна струна. Колеблющаяся часть струны отделялась от незвучающих концов двумя острыми неподвижными порожками. Так, целая струна давала один основной тон, зависящий от массы струны и силы ее натяжения. Если надо было получить другие, более высокие тона, под струну устанавливался подвижной порожек, перемещающий который вдоль струны делили ее на части, пропорциональные полной длине. Защищая части струны справа или слева от порожка, можно было

получать еще много других звуков. И все же инструмент с одной струной был беден своими мелодическими возможностями.

В средние века — эпоху развития народного музыкального творчества, а также церковной хоральной музыки, монохорд усложнили: сделали большой резонирующий корпус, значительно увеличили количество струн. Так возникли щипковые гусли, цитры, псалтыри и ударные — цимбалы.

Однако музыка развивалась быстрее; она усложнялась, требовала для своего исполнения все более сложного многоголового ведения, большей скорости возбуждения струн, а пере-

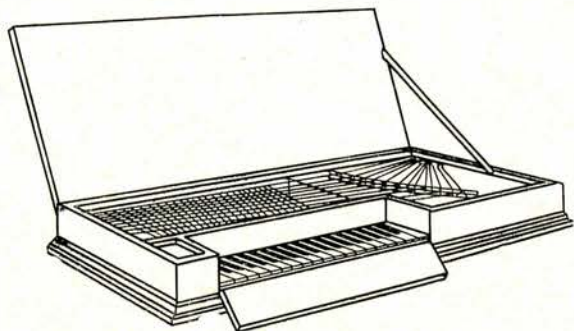


Рис. 4. Клавикорд

мещение подвижного порожка было медлительным, отвлекало исполнителя от игры.

Именно в XIII веке зародилась идея струнного инструмента клавикорда (рис. 4) типа цитры или гуслей, в который были встроены качающиеся рычаги — клавиши, снабженные на задних концах металлическими штифтами — тангентами. При нажатии клавиши она поворачивалась на опоре, а тангент возбуждал струну ударом и в то же время на какое-то мгновение, прижимаясь к ней, делил ее на две части. Возникало два тона из одной струны, соответствующих длинам частей этой струны. Чтобы тоны не смешивались, левые участки струн заранее заглушались, звучала одна правая часть. Так реализовался принцип монохорда. Но здесь достигалась уже значительная беглость игры, так как было много струн и несколько октав клавиш, позволявших играть обеими руками.

Клавикорд был очень выразительным инструментом, потому что здесь осуществлялась прямая связь между пальцами исполнителя, нажимавшего клавиши, снабженные тангетами, и струнами. Однако клавикорд имел один существенный недостаток — слабое звучание, что делало его исключительно домашним инструментом.

Попытки создать клавишный инструмент громкого тона, пригодный для публичного исполнения и участия в инструментальных ансамблях, привели в XVI веке к появлению клавицимбала (по французски — клавесин).

Эти цимбалы имели большое число струн различной длины по диапазону: от длинных, навитых для низких басовых звуков, до коротких гладких струн для высоких тонов. Такое устройство струнной одежды сразу предопределило форму инструмента, в виде крыла, которая целиком сохраняется в наших современных роялях.

Характерная особенность клавесина заключалась в том, что каждая струна давала свой постоянный индивидуальный тон и, следовательно, была спарена только с одной клавишей. Объем клавиатуры достигал 4—5 октав. Над задними концами клавиш размещались деревянные стерженьки — толкачики, снабженные на качающейся головке жесткими заостренными перышками или кожаными язычками. При нажатии клавиш, толкачики подскакивали вверх, скользя в направляющих гнездах, и язычки защипывали струны.

Таким образом, клавесин был клавишно-щипковым инструментом. Звук получался отрывистым, не очень певучим; тембр был весьма своеобразным, слегка гнусавым. Благодаря большим размерам струн и усилительной деки клавесин обладал довольно громким звуком. Но был у него один весьма существенный недостаток — монотонность звучания, механический, бесстрастный характер исполнения любой музыки. Это явление возникало от разобщенности рук исполнителя (т. е. клавиатуры) и струн; ведь толкачики не были присоединены к клавишам, между ними был зазор, а так как все стерженьки имели одинаковые размеры и вес, то независимо от оттенков игры на клавиатуре они подскакивали и возбуждали струны с одинаковой скоростью и силой.

В свое время эти инструменты получили большое распространение, для них была написана замечательная музыка великими композиторами XVII—XVIII веков: Рамо, Купереном, Генделем, Бахом. В наше время, когда хотят дать достоверное представление о звучании этой классической музыки, ее исполняют на клавесине.

Так на рубеже XVII—XVIII веков остро возникла необходимость в создании струнного клавишного инструмента с высокой степенью выразительности, богатой палитрой звуков.

Поставленную сложную задачу разрешил итальянский мастер Бартоломео Кристофори. Его увлекла идея обычных народных цимбал, на которых музыкант играет всего двумя колотушками, держа их в руках. Кристофори подметил, что у хороших виртуозов такая игра на цимбалах была удивительно выразительной, полной тембровых красок, тончайших оттенков.

Взяв за основу этот принцип, Кристофори изъясил из обычного клавиша стерженьки с перышками и приделал к каждой клавише шарнирно закрепленные рычажки, которые толкали маленькие колотушки — молоточки (рис. 5). Эффект от применения молоточков получился огромным — молоточковый механизм оказался способным воспроизводить любые оттенки музыки от тончайшего пианиссимо до сильного форте. Это и дало повод назвать новый инструмент фортепиано, т. е. звучащий громко и тихо.

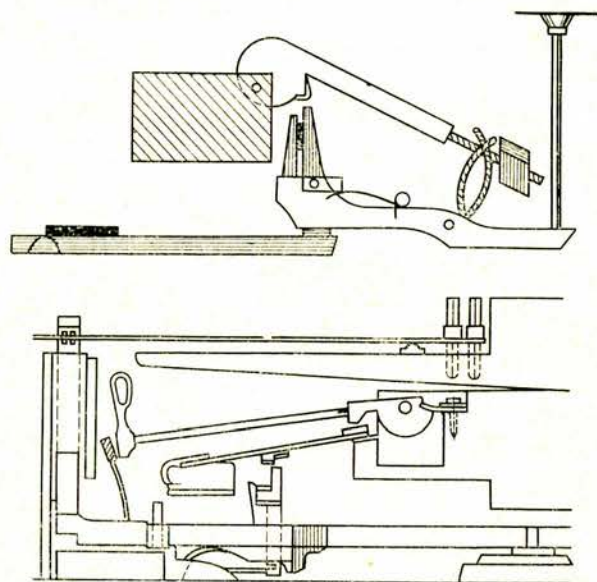


Рис. 5. Механизмы Кристофори

1709 год считается датой начала эпохи молоточковых клавишных инструментов, которая продолжается и по настоящее время.

Несомненно, Кристофори был талантливым конструктором, так как не имея предшественников, он разработал в своих механизмах принцип толкания молоточков передаточными рычагами — шпилерами, которые являются основой кинематики всех современных механизмов роялей и пианино. Но для своего времени, первой четверти XVIII века, механизмы Кристофори оказались преждевременными, еще не было технических средств для изготовления таких сложных деталей.

Идея быстрых, подвижных ударных молоточков сразу же получила всеобщее одобрение, но мастера хотели упростить механизм до предела, чтобы было только две детали: клавиша

и молоток. Такой механизм появился и получил наименование венского, так как создан он был в Австрии. Нельзя отказать в таланте целой плеяде мастеров, создавших этот оригинальный простой механизм, который сначала получил всеевропейское распространение, а затем надолго остался чисто национальной привилегией стран, входивших в австрийское государство и дожил до начала нашего столетия.

В венском механизме число рабочих деталей действительно доведено до минимума (рис. 6): на каждой клавише покоится свой молоточек, закрепленный в латунной вилочке двумя за-

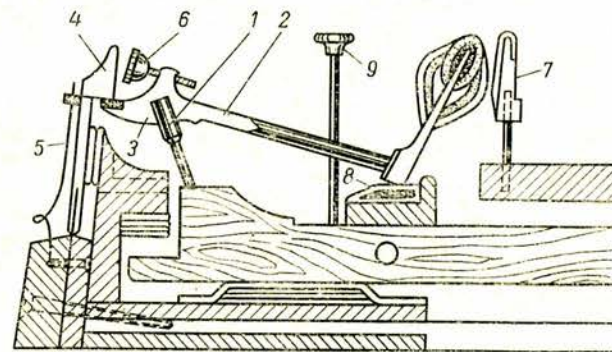


Рис. 6. Механизм венский:

1 — вилка гаммерштиля; 2 — гаммерштиль; 3 — хвостовик гаммерштиля; 4 — качалка с крючком; 5 — пружина качалки; 6 — ауслезерная пунка; 7 — фенгерная головка; 8 — молоточный польстер; 9 — ограничитель.

остренными цапфами — полуосями. Позади каждой клавиши установлен качающийся стопорный рычажок с выступом, подпираемый пружиной. Позднее впереди ряда молоточков установили планку с захватывающими головками — фенгерами. В отличие от принципа толкания, здесь применена совершенно иная идея — инертное подбрасывание молоточков.

Нажимая на клавишу, исполнитель заставлял ее двигаться вместе с неподвижно лежащим на ней молоточком, затем, в какой-то момент хода, конец молоточного рычага упирался в выступ стопора, молоток разворачивался в полуосях и ударял по струне. На первых порах такая система действия механизма устраивала всех; ведь добились важного — всеобщего распространения молоточковых фортепиано. Однако музыканты довольно быстро почувствовали все несовершенство венской конструкции механизмов. Из-за примитивного устройства (клавиша-молоток) исполнитель при игре чувствовал, что он лишен возможности полноценно управлять силой и скоростью удара,

а следовательно, и звуком. Пианист, играющий на таком инструменте, не ощущал под пальцами ничего, кроме сопротивления веса клавиши и молотка, т. е. инертного груза, не изменяющегося на протяжении всего своего движения, лишался возможности соразмерять технику игры с разрешающей способностью механизма. Так как здесь не было приспособлений, ускорявших ход клавиш и молоточков, и в основном действовала сила веса, механизм оказался не четким, капризным, довольно медлительным.

Вторая половина XVIII века была временем крутого подъема пианистической культуры.

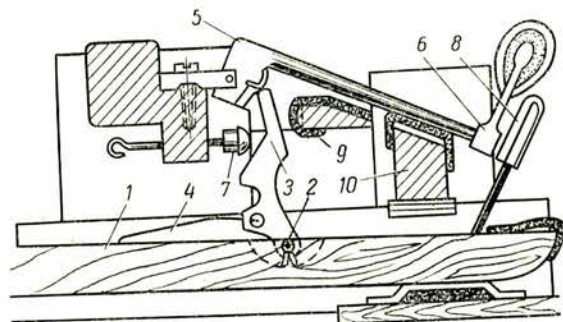


Рис. 7. Механизм английский:

1 — клавиша; 2 — седло шпилера; 3 — шпилер; 4 — шпильерная пружина; 5 — шульгер; 6 — молоток; 7 — ауслезерная пупка; 8 — феенгер; 9 — шпильерный лейстик; 10 — молоточный лейстик с польстером

Появились пианисты виртуозы, появились и сложные музыкальные произведения, для исполнения которых нужна не только отточенная техника музыкантов, но и наличие быстрых, чувствительных к малейшему прикосновению, клавиш.

Венское фортепиано оказалось во всех отношениях несостоятельным. Надо было создать новый, быстрый, четкий в работе и податливый на любую технику игры механизм. Пришлось вспомнить идею толкающих механизмов Кристофори.

Несколько ведущих мастеров, работающих на английских фортепианных фабриках (Беккер, Бродвуд, Стодарт), почти одновременно около 1770 г. возродили принцип шпильерных механизмов. Эти мастера усовершенствовали первоначальную конструкцию, применив устройство, выводящее в нужный момент толкающий шпилер из-под молотка, ввели усовершенствованную систему глушителей (демпферов), применили прочные капсюльные соединения на металлических осях для всех подвижных частей. Так получился очень устойчивый в игре, надежный, довольно быстрый, так называемый английский механизм (рис. 7), применявшийся до 20-х годов нашего столетия

и фактически с малыми изменениями используемый в пианино до настоящего времени.

Конец XVIII столетия ознаменовался массовым переходом всех предприятий по изготовлению фортепиано на этот усовершенствованный механизм толкающего действия. В это же время были предприняты первые попытки создания недорогих, занимающих малую площадь вертикальных пианино, вместо громоздких крыловидных роялей и прямоугольных столообразных фортепиано «клавиров».

На первых порах мастера решали задачу весьма просто — они ставили обычный рояль вертикально, слегка декорируя корпус под мебель стиля «ампир» (рис. 8).

Настоящее пианино как самостоятельный инструмент с вертикальными струнами и с оригинальным механизмом, также заимствованным из первой конструкции Кристофори, появилось в Англии в начале 20-х годов XIX века (рис. 9).

В это же время французский мастер С. Эрар ввел в передаточную фигуру добавочный репетиционный рычаг, подпираемый длинной упругой пружиной и выпустил в 1823 г. очень подвижной, чувствительный механизм «двойной репетиции» (рис. 10). На этом механизме пианист мог непрерывно повторять удары, не отрывая пальцев даже от опущенных клавиш, так как молоточки поддерживаются на весу репетиционным устройством, что позволяет шпильерам беспрепятственно в любой момент входить под молоточки и толкать их на струны.

Создание портативного пианино и механизмов двойной репетиции в роялях необычайно стимулировало рост числа пианистов, вызвало небывалый спрос на инструменты и привело к созданию особой отрасли промышленности, которая стала выпускать крупные серии однотипных инструментов. В это же время вырабатывались единые стандарты конструкций основных

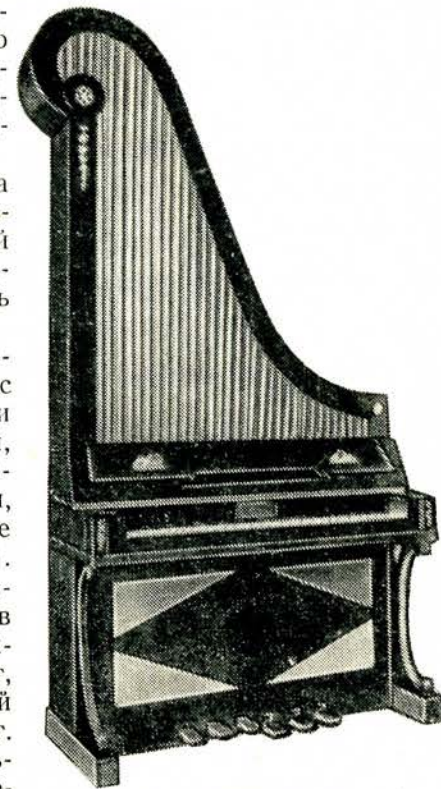


Рис. 8. Фортепиано «жираф»

рабочих частей, единые требования к игровым качествам, создавался единый международный камертон, т. е. уровень музыкального строя.

В конце 20-х годов того же XIX столетия в Англии были разработаны рецепты и технология изготовления струн из прочной, упругой марганцовистой стали. Применение этой точно калиброванной проволоки дало возможность повысить уровень музыкального строя, получить сильный чистый тон.

В 30-х годах французские мастера предложили формировать головки ударных молоточков не из слоев кожи, как это всегда

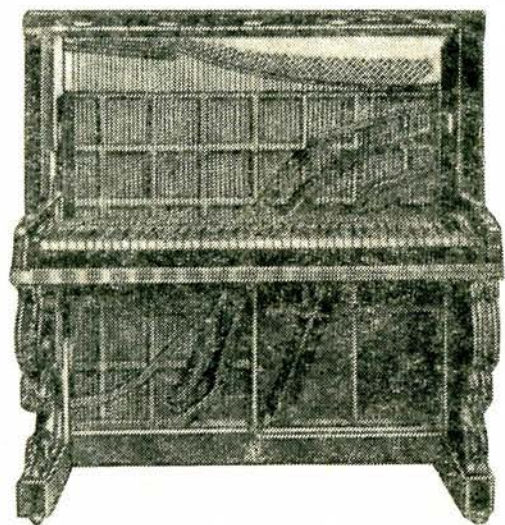


Рис. 9. Пианино прямострунное

практиковалось ранее, а выполнять их из упругого, плотного фильца (шерстяного войлока). Фильцевые молоточки сразу обогатили тембр, исчезли неприятные звенящие призвуки, свойственные коже, звук фортепиано приобрел благородный мягкий характер.

Не менее важной была длительная работа над улучшением акустического аппарата. В молоточковых фортепиано применяли прямострунную систему струнной одежды, т. е. все струны располагались параллельно в один ряд вдоль длины корпуса (рис. 11).

Старые мастера знали лишь один путь получения более сильного звука — это увеличение длины струны. Но хотя прямострунные рояли становились невероятно длинными, громоздкими, их звук все равно был коротким, быстро гаснущим.

К середине XIX века проблему улучшения звучности удалось разрешить, введя перекрестную систему размещения струн.

В 1857 г. известный конструктор Стейнвей создал рояль, в котором гладкие струны располагались в нижнем ряду веером и по диагонали справа налево (по отношению к длине корпуса), а навитые басовые струны шли над ними, по противоположной диагонали слева направо. Благодаря этому появилась возможность при значительно уменьшенных габаритах фортепиано сохранить довольно длинные струны.

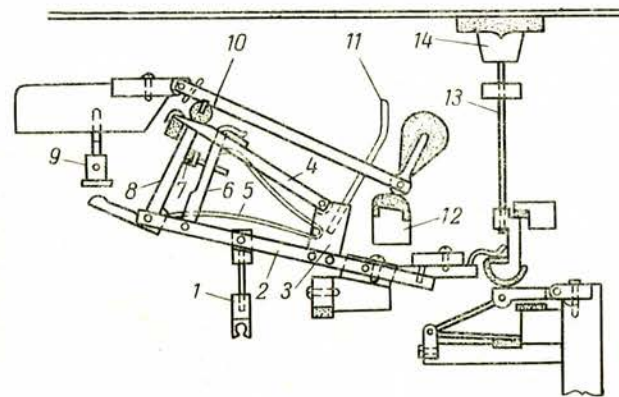


Рис. 10. Механизм двойной репетиции Эрара:

1 — соединительный абстракт; 2 — нижний рычаг фигуры; 3 — задняя стойка фигуры; 4 — репетиционный рычаг; 5 — репетиционная пружина; 6 — передняя стойка фигуры; 7 — установочная пушка шпилера; 8 — шпилер; 9 — ауслезерная пушка; 10 — шультерный барабанчик; 11 — фенгер; 12 — гаммерлейстик; 13 — демпферная проволока; 14 — демпферная головка

Внедрение цельных, литых из чугуна, рам позволило применить в фортепиано значительно более толстые, массивные струны, повысить уровень строя и в сочетании с увеличенной по площади резонансовой декой добиться получения сильного продолжительного звучания (рис. 12).

В конце XIX в. предпринимались отдельные попытки по улучшению некоторых узлов пианино и роялей. Так, например, под влиянием сильной конкуренции механизмов двойной репетиции, вытеснявших простой английский механизм, была проведена модернизация этой конструкции. На шпилерах стали монтировать добавочную репетиционную пружину с регулируемыми винтами. На практике это изобретение не дало ожидаемых высоких репетиционных качеств, хотя и помогло продлить жизнь английских механизмов до начала XX века.

Очень мало дала и широко разрекламированная Стейнвейем система «дискантового колокольчика», т. е. попытка использования для звучания части струн, обычно не работающих, путем установки небольших металлических порожков на краю струнной пластины рамы.

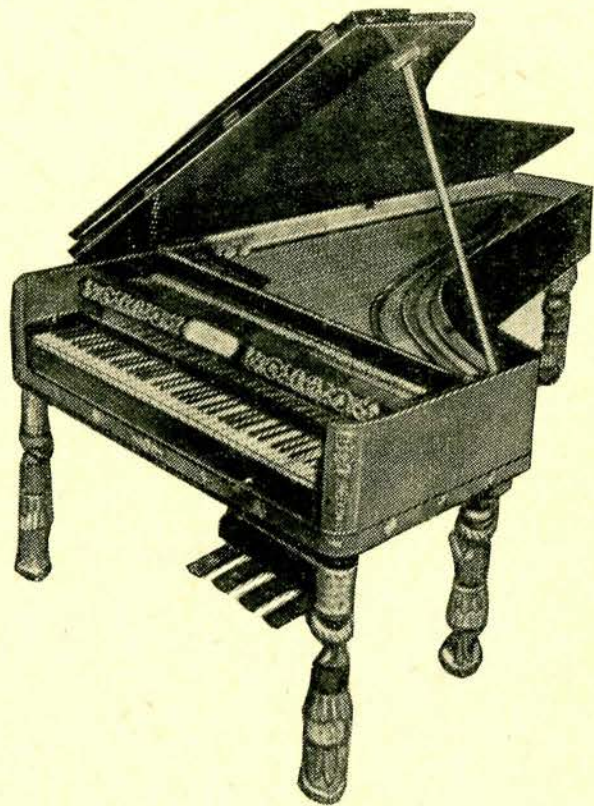


Рис. 11. Рояль прямострунный

Небольших результатов добилась и немецкая фирма Блютнер, издавна применяющая в своих роялях систему «aliquot» (аликво). Суть ее в том, что над каждым основным струнным хором укреплена добавочная четвертая струна, настроенная в тот же тон или на октаву выше. Эта добавочная струна не возбуждается ударом молоточка, а звучит лишь за счет резонирования от основных струн. Попытка такими средствами усилить звучание обычно слабого дискантового регистра, практически ничего не дала.

Значительно целесообразнее оказалось широкое внедрение в пианино и роялях аграфных систем закрепления струн. Аграфы — это винты со специальной головкой, имеющей отверстия для пропуска струн. Этими средствами достигают безупречного отделения колеблющихся частей струн от нерабочих частей, что улучшает силу и певучесть тона.

Начиная с двадцатых годов нашего столетия ведется серьезная исследовательская работа по улучшению акустических качеств инструментов, внедрению новых материалов в конструк-

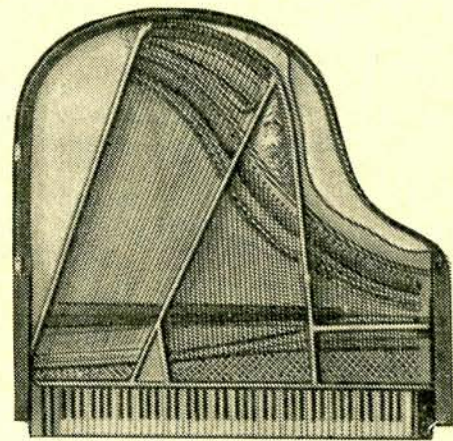


Рис. 12. Рояль с перекрестными струнами

ции фортепиано вместо непрочной и неоднородной древесины. Уже сейчас начинают применять клавишно-молоточковые механизмы и резонансовые деки из пластмасс, корпуса из прозрачных листовых пластинок и т. п.

ГЛАВА 2

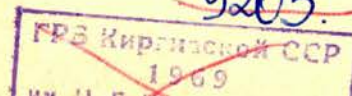
МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ФОРТЕПИАНО И ВИДЫ РЕМОНТА

КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

В процессе эксплуатации во всех роялях и пианино нарушается строй, появляются различные повреждения.

Все дефекты и повреждения по причинам их возникновения делятся на следующие группы:

1. Дефекты производственные, причиной образования которых является нарушение технологических режимов при изготов-



лении отдельных деталей, сборке и регулировке узлов звуковой и лицевой отделке инструмента.

К наиболее часто встречающимся производственным дефектам следует отнести: деформацию частей корпуса, неплотную подгонку и приклейку деки к основанию и отсутствие у нее куполообразной сферической формы на ней, непрочную приклейку рипок и штегов к щиту деки, неправильную посадку штеговых штифтов и образование сколов на штегах, слабое держание строя вирбельбанком, фальшивое звучание струн, в особенности басовых, на которых медная проволока навита неплотно и длина навитой части неодинаковая.

К дефектам сборки и регулировки механизмов с клавиатурой относятся: разная величина зазоров (шпатцев) между фигурами, молоточными узлами, фенгерами, контрфенгерами, демпферами, между клавишами; деформация отдельных узлов механизма, клавиш, плохая обработка целлулоида на клавиатуре, нарушение принятых норм на регулировку, образование шумов и скрипов при действии механизма и др.

К дефектам акустики инструмента нужно отнести: слабое звучание, быстрое затухание звука, неравномерность тембра, т. е. окраски звука отдельных тонов.

Дефекты лицевой отделки — проседание полировки, образование сетки на лаковой пленке, белые или серые пятна, волнистость, трещины на текстуре облицовки.

2. Дефекты, образовавшиеся из-за неправильной упаковки и транспортировки — повреждения лаковой пленки, матовые пятна, образовавшиеся от давления упаковки на поверхность, вмятины и поломки корпуса, поломка роликов, крышек, ножек.

3. Дефекты, появляющиеся при нормальном пользовании инструментами, аккуратном и бережном обращении с ним, — дефекты нормального эксплуатационного износа.

К основным неисправностям, образовавшимся в процессе нормального пользования инструментом, следует отнести: проседание полировки на корпусе с потерей глянца, потускнение цвета никелировки или полировки на металлических деталях, износ войлочных, суконных и замшевых подушек в механизме и клавиатуре, ослабление плотности осевых соединений в узлах механизма, деформация пружин механизма, общую или частичную разрегулировку механизма, запыление и загрязнение всех деталей и узлов и постоянное нарушение строя.

4. Дефекты, возникшие в результате небрежного обращения с инструментом в процессе эксплуатации — поверхностные вмятины, царапины, сколы, вырывы, повреждение полировки горячими предметами, водой и химикатами, поломки кости или целлулоида на клавиатуре, общее загрязнение всех частей инструмента.

5. Дефекты, образовавшиеся в результате грубого нарушения режимов хранения.

К дефектам этой группы нужно отнести: деформацию деталей корпуса, образование на них трещин в результате интенсивного воздействия солнечных лучей или нагревательных приборов; деформацию деревянных деталей и частей инструмента и понижение акустических свойств деки вследствие увлажнения ее при хранении или эксплуатации инструмента в сыром помещении. Продолжительное действие влажного воздуха ослабляет и даже разрушает клеевые соединения корпуса и механизма, способствует образованию коррозии на струнах и других металлических деталях инструмента. В результате сырости на струнах быстро образуется поверхностная и местная (наиболее опасная) коррозия, что вызывает частые обрывы их; образование коррозии в навивке басовых струн делает звук глухим дребезжащим. Кроме того, при хранении фортепиано в сыром помещении увлажняются суконные, войлочные и замшевые подушки и прокладки, что вызывает западание рычагов механизма.

Выявление дефектов в роялях и пианино является сложной и ответственной работой, которую можно поручить только квалифицированному мастеру фортепианного дела, хорошо знающему устройство инструментов и имеющему большой опыт практической работы.

Все дефекты могут быть выявлены субъективным и объективным методами.

В процессе приемки инструментов в ремонт в основном применяют первый метод. К нему относятся визуальный, слуховой и органолептический способы определения дефектов.

Второй метод в большинстве случаев применяют для определения акустических и технических характеристик в новых инструментах. Однако некоторые показатели качества старых инструментов могут быть определены простыми объективными методами. К ним относятся: определение сферичности деки при помощи линейки, величины превышения наружной поверхности штега над опорными поверхностями чугунной рамы, определение стрелы прогиба вирбельбанка, линейных величин деформаций деталей и частей корпуса, величины штейнунга, опускания клавиш, величины шпатцев между клавишами и узлами механизма и др.

Кроме того, при выполнении ремонтных работ в специальных цехах для выявления и окончательного определения дефектов могут быть применены измерительные приборы. Например, качество звучания инструмента определяют при помощи звукозаписывающего прибора типа ЗЗА-4 ЛРТИ, а репетиционные возможности механизма — прибором типа ЭМП-2 (лаборатории Ленинградской фабрики «Красный Октябрь»).

При определении музыкально-акустических и технических достоинств инструмента и выявлении всех дефектов рекомендуется придерживаться следующего порядка:

1) произвести общий осмотр и определить строй и характер звучания при закрытых крышках;

2) определить состояние футора, деталей корпуса, а также его лицевой отделки;

3) открыть крышки у рояля или снять рамы у пианино и проверить состояние вирбельбанка и прочность посадки вирбелей;

4) проверить состояние чугунной рамы;

5) проверить состояние деки, штегов и мостиков;

6) определить дефекты струнной одежды и ее крепежных элементов;

7) проверить состояние клавиатуры, суконных прокладок и самой клавиатурной рамы со снятием отдельных групп клавиш в разных местах диапазона;

8) определить действие всех узлов механизма с клавиатурой и общую регулировку клавишно-молоточкового и педального механизмов (пианино);

9) снять механизм (пианино или рояля) и тщательно осмотреть все узлы и детали механизмов.

Для составления общего представления об инструменте определяют его внешний вид, на слух проверяют звучание инструмента на *piano* и *forte*, сравнивают высоту звучания исходного тона с камертоном и тщательно проверяют степень настройки во всех октавах звукового диапазона.

Дефекты футора, корпуса, его съемных частей и лицевой отделки выявляют внешним осмотром. Определяют прочность клеевых соединений футора, корпуса, исправность крышек (в рояле), верхней и нижней рам и клапа в пианино, рояльных ножек, лиры, ноппульты и т. д. При осмотре футора пианино нужно уделить особое внимание на состояние шипов вертикальных шпрейцев, так как они подвергаются сильному смятию, а иногда и срезу от чрезмерных нагрузок. В съемных частях корпуса тщательно проверяют качество клеевых соединений, определяют состояние облицовки (выявляют участки фанеры, отклеившиеся от основы) и лицевой отделки. Места расклейки основы и облицовочной фанеры определяют легким простукиванием поверхностей корпуса пальцами. От ударов, производимых по фанере над местом расклейки слышится слабый треск и ощущается подвижность фанеры.

Выявление дефектов на вирбельбанке заключается в определении деформаций, трещин, разрушений в клеевых соединениях между отдельными слоями и основой вирбельбанка, а также в определении величины выработки отверстий для вирбелей.

Вирбельбанк в основном деформируется в инструментах с неполной чугунной рамой, где плоскость вирбельбанка не защищена чугунной рамой, но иногда вирбельбанк деформируется в инструментах с полной рамой. Вид и величину деформаций определяют внешним осмотром. Для определения величины и направления деформации на поверхность вирбельбанка прикладывают линейку. Прилегание только средней части линейки говорит о том, что поверхность имеет выпуклость, а прилегание одних концов — вогнутость.

Длину наружных трещин измеряют линейкой, глубину и ширину их — щупом.

Наибольшую сложность представляет выявление внутренних разрушений клеевых соединений отдельных слоев вирбельбанка и трещин. Для выявления этих дефектов у пианино отрывают по клею нижнюю часть верхней крышки, а в рояле снимают форбаум, после чего могут быть обнаружены разрушения по клеевым соединениям и трещины на отдельных частях вирбельбанка. Внутренние повреждения вирбельбанка определяют, сняв несколько вирбелей и проверив стальным крючком с тонким острым лезвием на конце нет ли трещин на стенках вирбельных отверстий; при попадании крючка на отслоение или трещину, острие крючка углубляется в древесину.

Степень выработки отверстий для вирбелей определяют измерением их диаметров в двух направлениях — вертикальном и горизонтальном, а также наличием зазора между верхней поверхностью вирбеля и стенкой отверстия. Кроме того, плотность посадки вирбелей проверяют, поворачивая их настроечным ключом.

Основными дефектами чугунной рамы являются трещины в металле, повреждения и царапины на бронзировке, изменение ее цвета и коррозия, выступившая на поверхность.

Для определения трещин в материале рамы и мелких царапин на бронзировке, трудно отличаемых от тонких трещин, пользуются визуальным способом с применением линз 6—12-кратным увеличением и тонкого лезвия. Поверхность каждого участка рамы тщательно осматривают при свете переносной электрической лампы. Особое внимание нужно уделять осмотру поверхности шпрейцев в местах их перехода к тонким пластинам, так как на этих местах чаще всего встречаются трещины от усадки литья. Чтобы лучше были заметны повреждения и трещины, поверхность рамы протирают влажной тряпкой, удаляя пыль и грязь.

Иногда очень важно определить время образования трещины, выяснить, старая она или свежая.

Если место разрыва не покрыто частичным или сплошным налетом коррозии или пыли и поверхность чугуна светлая, можно считать, что трещина образовалась недавно.

Глубину и ширину трещин определяют щупом.

Поверхностные дефекты: царапины, изменение цвета бронзы и коррозию определяют визуально.

При осмотре деки нужно проверить прочность приклейки деки к обкладке, прочность приклейки штегов, мостиков и рипок к щиту, цельность самого щита, величину его куполообразности и друка.

Качество клеевых соединений деки определяют легким простукиванием. На поврежденных участках удары звучат мягко, мелко и громко. Неповрежденные участки дают твердое звучание; при этом вся масса корпуса звучит довольно слабо.

Клеевые соединения штегов, мостиков и рипок проверяют также тонким лезвием ножа.

Куполообразность и друк деки проверяют линейкой. Для этого на поверхность деки прикладывают линейку: прилегание линейки только к средней части щита деки указывает на наличие купола, прилегание линейки ко всей деке — на отсутствие купола; если с декой соприкасаются только концы линейки, значит имеется вогнутость и провал деки под действием давления струн.

Проверяя величину друка, линейку прикладывают к поверхности штега между штифтами; если линейка не прилегает к поверхности струнной пластины рамы, т. е. кромка рамы оказывается на 1—2 мм ниже линейки, можно считать друк нормальным (друк проверяют по всей длине дискантового и басового штегов).

Дефекты струн выявляют путем тщательного осмотра каждого хора струн, а толщину ранее замененных струн в процессе эксплуатации измеряют струномером или микрометром. Нечистое звучание — дребезжание, детонация и др. определяют при проигрывании всего диапазона. Состояние крепления струн на вирбелях, рамных и штеговых штифтах определяют визуально.

При проверке качества клавиатуры особое внимание следует обратить на состояние клавиш средних октав, которые в процессе эксплуатации инструмента изнашиваются быстрее крайних регистров.

Степень износа сукна или замши и величину люфтов в клавишных капсюлях и гнездах для направляющих штифтов определяют тщательным осмотром, а также поперечным качанием клавиш на опорах и направляющих штифтах.

Величину осциллирующего движения клавиш, образовавшегося в результате выработки отверстий в их доньшках до овальной формы, определяют, двигая клавиши вперед и назад.

Степень выработки кости или пластмассы на клавишах, а также проседание клавиш определяют тщательным осмотром, а также прикладывая линейку к плоскости клавиш, а глубину опускания (друк) — шаблоном.

Качество клавиатурной рамы, коррозию на поверхностях штифтов, пригодность прокладочных шайб и клавиатурного польстера также определяют визуально, при снятых клавишах.

Таким же внимательным осмотром определяют действие молоточного механизма, состояние фигурных рычагов, шпилеров, шпильерных пружин, фенгеров, степень износа фенгерного фильца, бентиков, замши на контрфенгерах и на шультерных подушках, степень износа сукна в осевых соединениях молотков и шпилеров, фильца на молотках, состояние подушек на шультерах. При осмотре механизма с обратной стороны определяют дефекты демпферной системы: степень износа и повреждения молью сукна на демпфергальтерах и в осевых соединениях, демпферпушеля и прокладочного сукна на демпферных головках, проверяют соединения демпферной штанги, состояние крепежных винтов и демпферных пружин. Кроме того, определяют состояние демпферных ложек на задних концах фигурных рычагов, наличие и исправность шультерных пружин, пластин с шурупами, капсулей фигурных узлов и абстрактвов (если они есть), состояние гаммербанка, демпферного и ауслезерного лейстиквов.

Особое внимание нужно обратить на осевые соединения молотков, шпилеров, фигур. Степень износа капсульного сукна и величину люфтов выявляют легким поколачиванием поперек плоскости молотков, шпилеров, фигур и демпфергальтеров. При отсутствии износа в осевых соединениях чувствуется плотность посадки оси в капсуле, а при наличии люфта — боковое отклонение (качание), сопровождаемое легким стуком в осевых соединениях.

Далее проверяют действие педального механизма. Медленно опуская правую педальную лапку до момента встречи толкателя с демпферной штангой, определяют величину свободного хода, а по величине отхода или подъема демпферных головок от струн определяют качество работы правой педали.

Попутно проверяют, не нарушена ли регулировка демпферов по одновременности отхода демпферных головок от струн и степень заглушения струн. Выявляют источники шумов и скрипов в педальном устройстве.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ РЕМОНТА

Ремонт роялей и пианино в зависимости от степени повреждений и их характера подразделяется на три вида: текущий (мелкий), средний и капитальный.

Каждый вид ремонта определяется объемом работ, подлежащих выполнению, количеством изношенных и сломанных деталей, нуждающихся в замене новыми, и количеством материалов, необходимых для проведения ремонта.

Текущий (мелкий) ремонт. Включает в себя следующие работы:

1. Исправление незначительных дефектов, например: замена одной или нескольких струн, вирбелей, слабо держащих строй; приклеивание отдельных косточек на клавиши; ликвидация западания нескольких клавиш; исправление отдельных узлов механизма, замена неисправных бентиков, шультерных подушек, пружин; частичная регулировка механизма pedalного устройства; настройка.

2. Проверка качества и исправления дефектов какой-либо одной части (узла) инструмента с выполнением значительного числа операций, например: исправление одной или нескольких фигур механизма со снятием их с места; с заменой сукна и осей в капсюльных соединениях; переклейка отдельных деталей узла; проверка действия нескольких молоточковых узлов, снятие их с гаммербанка; переклейка подушечек на шультерных выступах, замена шультерных пружин и устранение других дефектов этих отдельных деталей.

К операциям по ремонту демпферов относятся: регулировка величины хода и одновременности отхода демпферных головок от струн, частичная замена демпферпушеля и регулировка глушения струн, регулировка ложек, регулировка упругости пружин.

3. Устранение многих самых мелких дефектов в нескольких частях или во всем инструменте: молотках, фигурах, демпферной системе, pedalных устройствах и в клавиатуре.

К мелкому ремонту могут быть также отнесены работы по закреплению всех шурупов капсюльных и других соединений. Сюда относятся работы по исправлению и креплению петель для крышек, замков, роликов, нотпульты, подклейке небольших отслоений облицовки и подкрашиванию потертых мелких участков на корпусе под общий цвет.

Средний ремонт. Включает в себя все виды работ по устранению выявленных неисправностей при осмотре инструмента по узлам и замену износившихся деталей, но не предусматривает полной замены узлов: молотков, демпферов, замены вирбельбанка, снятия и переделки деки и замены частей корпуса.

К среднему ремонту относятся следующие основные работы:

1. Разборка инструмента по основным частям и узлам.

2. Отсоединение механизма от клавиатуры, ремонт и замена деталей клавиатуры, выклейка заново капсюлей, сборка и регулировка клавиатуры.

3. Разборка и ремонт механизмов, выклейка осевых отверстий pedalей и замена ломанных деталей.

4. Снятие и установка струн с заменой коррозированных и фальшиво звучащих.

5. Ремонт вирбельбанка (без удаления его из корпуса).

6. Ремонт деки с лакированием (без удаления из корпуса).

7. Столярный ремонт корпуса и съемных частей к нему.

8. Лицевая отделка полированием.

9. Общая сборка инструмента.

10. Настройка, интонировка.

Следует отметить, что общий объем работ, служащий количественным критерием при определении вида ремонта, может колебаться в сторону увеличения или уменьшения, но в основном перечисленные группы работ в разных сочетаниях входят в перечень выполняемых работ по среднему ремонту.

Капитальный ремонт. Характеризуется одновременной сменой большого количества старых износившихся и поврежденных деталей и полной разборкой узлов инструмента на составные части, включая в себя все операции среднего ремонта, а также ряд новых операций. К ним относятся: переклейка футора с заменой отдельных деталей, переклейка или изготовление нового вирбельбанка, разборка и переклейка старой деки или изготовление новой, слесарный ремонт чугунной рамы с бронзировкой ее заново, изготовление новых корпусных стенок, крышек, замена ножек, перефанирование корпуса, ремонт механизма с заменой всех молотков, демпферов, суконных и войлочных прокладок, замена облицовки клавиш, лицевая отделка и настройка.

В этот вид ремонта может быть включена полная замена струн, клавиатуры, молоточкового механизма, съемных частей и стенок пианино, а также ножек, крышек и лиры рояля.

В связи с тем, что все три вида ремонта фортепиано тесно связаны между собой, между ними нельзя провести строгой границы, что позволило бы заранее определить расход материалов и трудовые затраты.

Если принять текущий ремонт за единицу, то примерное соотношение объемов текущего ремонта к среднему и среднего к капитальному выразится как 1 : 8 : 12.

Определив в процессе осмотра инструмента неисправности и вид ремонта составляют ведомость дефектов, которую после определения расходов на трудовые затраты, материалы и начисления накладных расходов оформляют в смету в соответствии со сборником № 13 преискурантов на ремонтно-бытовые услуги.

При составлении сметы на ремонт рояля или пианино дефекты необходимо записывать по узлам инструмента, а неисправности каждого узла — в технологической последовательности, например, смета на капитальный ремонт пианино типа С-5, артикул 102 (табл. 2).

Таблица 2

Наименование узлов инструмента и перечень ремонтных операций	Номера работ по префектуру	Количество деталей в штуках и комплектах	Стоимость каждой детали, руб.—коп.	Общая сумма, руб.—коп.
Общая разборка инструмента				
Разборка съемных частей	276	1	1—42	1—42
Снятие струн	222	1 затц	1—30	1—30
Отсоединение стенок и крышки корпуса	310	2 шт.	1—50	1—50
Снятие чугунной рамы	454	1 шт.	0—53	0—53
Отсоединение деки от футора	446	»	1—20	1—20
Футор				
Переклейка столярных соединений футора с очисткой старого клея и подстрожкой провесов	301	1	5—90	5—90
Вирбельбанк				
Снятие вирбельбанка с основания	477	1	0—96	0—96
Приправка нового вирбельбанка	472	1	14—10	14—10
Снятие и разбивка мензуры (вирбельных гнезд)	475	1	1—70	1—70
Сверловка и зенковка гнезд для вирбелей	483	1 затц	2—00	2—00
Подготовка поверхности и полировка лицевой поверхности	480	1	2—20	2—20
Дека				
Промывка деки с обеих сторон	440	1	0—44	0—44
Снятие старых рипок	444	4	0—35	1—40
Заготовка и вклейка реек в щит	431	5	0—32	1—60
Заготовка и приклейка рипок	434	4	1—50	6—00
Подклейка концов рипок	433	3	0—47	1—41
Приклейка мостика басового штега	449	1	1—15	1—15
Переклейка басового штега	446	1	1—20	1—20
Подклейка дискантового штега	447	1	1—00	1—00
Чистка и лакировка деки с одной стороны	441	1	4—40	4—40

Продолжение табл. 2

Наименование узлов инструмента и перечень ремонтных операций	Номера работ по префектуру	Количество деталей в штуках и комплектах	Стоимость каждой детали, руб.—коп.	Общая сумма, руб.—коп.
Приклейка деки на место	432	1	2—00	2—00
Изготовление угловой заглушки, приклейка и ее обработка	439	1	0—97	0—97
Изготовление и крепление штабика на деку	437	3	0—77	2—31
Чугунная рама				
Слесарный ремонт дискантового мостика, имеющего сквозную трещину, с заготовкой стальной накладки со сверловкой отверстий, нарезкой резьбы в них с затяжкой пластины к мостику 18—20 винтами, обработкой поверхностей рамы и пластины и с заливкой трещины свинцом	466	1	3—20	3—20
Очистка грязи и коррозии с поверхности рамы	460	1	0—53	0—53
Лицевая отделка рамы. Грунтовка рамы под шпатлевку, шпатлевка, вторая грунтовка под покрытие левкасом, сушка, шлифовка, покрытие масляным лаком, предварительная просушка, бронзировка, сушка и покрытие светлым нитролаком	459 ^a 460 460 ^a 459 454	1 » » » »	4—28 » » » »	4—28 » » » »
Припасовка рамы на основание с приданием друка деке	455	1	1—75	1—75
Струны				
Чистка струн, вирбелей, каподастра и шурупов	224 243 277	1 затц	2—33	2—33
Замена негодных дискантовых струн	233	8	0—10	0—80
Замена негодных басовых струн с одинарной навивкой новыми	235	5	0—34	1—70

Продолжение табл. 2

Наименование узлов инструмента и перечень ремонтных операций	Номера работ по преискуранту	Количество деталей в штуках и комплектах	Стоимость каждой детали, руб.—коп.	Общая сумма, руб.—коп.
Приклейка сукна на раму . . .	230	1	2—34	2—34
Установка струн (монтаж) . . .	225	1 затц	3—40	3—40
Разбивка струн по хорам . . .	228	1 »	0—37	0—37
Корпус				
Изготовление одной новой стенки и приклейка обеих на место . .	308 312	1	11—66	11—66
Изготовление и приклейка верхней задней крышки	324	1	15—70	15—70
Приправка ленточной петли . . .	346	1	1—70	1—70
Изготовление и приклейка ножки	384	1	3—45	3—45
Изготовление и приправка нижней рамки	418 ^a	1	6—30	6—30
Изготовление и приправка цокольного пола	407	1	2—50	2—50
Изготовление и приправка замочного бруска	347	1	1—20	1—20
Изготовление и установка нотпульта	366	1	1—00	1—00
Изготовление и приклейка боковой калевки	327	2	1—50	3—00
Приклейка старой калевки . . .	328	2	0—36	0—72
Изготовление и приправка задней рамки	305	1	2—50	2—50
Изготовление и приклейка нижней задней доски	307	1	1—34	1—34
Столярная подготовка поверхности корпуса к лицевой отделке с очисткой старого грунта и снятием ворса	278	1	5—10	5—10
Механизм с клавиатурой				
Снятие с гаммербанка фигур и молотков	198	1 затц	1—00	1—00
Снятие с гаммербанка демпферов	198 ^a	1 »	0—70	0—70
Изготовление новых демпферных головок	109	6	0—57	3—42
Наклейка пушеля и клинков с прокладочным сукном на демпферные головки	110, 14	1 затц	4—35	4—35
Замена старых демпферных пупок новыми	129	10	0—56	0—56
Изготовление новых демпфергальтеров	131	5	0—48	2—40
Выклейка демпфергальтеров кирзой	117	1 затц	1—90	1—90

Продолжение табл. 2

Наименование узлов инструмента и перечень ремонтных операций	Номера работ по преискуранту	Количество деталей в штуках и комплектах	Стоимость каждой детали, руб.—коп.	Общая сумма, руб.—коп.
Замена ломаных демпферных пружин	126	20	0—32	0—32
Чистка демпферной штанги и выклейка петель	126	1	0—80	0—80
Установка демпфергальтеров на гаммербанк	198	1 затц	1—00	1—00
Замена старых креповочных винтов	133	20	0—08	1—60
Установка и креповка демпферных головок	118	1 затц	1—14	1—14
Регулировка демпферов	202	1 »	2—70	2—70
Снятие фигур и молотков с гаммербанка	198	2 затца	2—00	2—00
Чистка фигур, молотков и других деталей механизма	200	1	0—70	0—70
Циклевка деталей механизма . .	199	1	1—90	1—90
Замена старых молотков	9	1 затц	4—00	4—00
Изготовление и приклейка гаммерштилей	16	16	0—20	2—80
Замена старых шультеров с капсюлями	25	1 затц	4—00	4—00
Изготовление и установка шультерных пружин	35	1 »	2—05	2—05
Наклейка вебфильца на шультеры	28	1 »	0—90	0—90
Замена старых ауслезерных винтов	53	10	0—05	0—50
Оклеивание ауслезерных пупок кирзой	51	1 затц	1—05	1—05
Выклейка капсюлей сукном	57	2 затца	2—60	5—20
Штифтовка капсюлей	61	3 »	3—20	9—60
Изготовление шпиллеров	70	4	1—10	4—40
Починка ломаных фигур	105	3	0—33	0—99
Изготовление новых фигур	99	4	0—60	2—40
Наклейка фильца на выступы фигур	102	1 затц	2—15	2—15
Наклейка фильца на фенгера и чистка проволоки	77			
	83	1 »	3—83	3—83
	106	1 »	0—68	0—68
Нанесение графита на шпиллеры				
Наклейка сукна и фильца на шпиллерлейст и цирлейст	139	3	0—60	1—80
Наклейка польстера на неподвижный рулейст	143	1	1—90	1—90
Установка молотков и фигур на гаммербанк (сборка)	198	1	2—00	2—00
Переклейка клавиатурной рамы .	177	1	0—69	0—69
Чистка клавиатурных штифтов .	178	1 затц	0—56	0—56

Продолжение табл. 2

Наименование узлов инструмента и перечень ремонтных операций	Номера работ по преискуранту	Количество деталей в штуках и комплектах	Стоимость каждой детали, руб.—коп.	Общая сумма, руб.—коп.
Наклейка целлулоида на клавиши	165	1 затц	6—70	6—70
Циклевка клавиш	169	1 »	1—50	1—50
Изготовление и приклейка капсулей	158	8	0—40	3—20
Выклейка капсулей сукином	160	1 затц	4—50	4—50
Полировка полутонов	197	1 »	1—00	1—00
Наклейка польстера под клавиатуру	144	1	0—40	0—40
Замена старых друкшайб и флеек (малых шайб)	145 146	2 затца	1—35	2—70
Пуск клавиатуры на ход (регулировка)	162	1 затц	1—67	1—67
Ремонт и регулировка pedalного механизма	248	1	6—35	6—35
	249	1	»	»
	250	1	»	»
	251	1	»	»
	257	1	»	»
	198 ^a	1	»	»
Полная регулировка механизма с клавиатурой и с pedalной системой	201	1	6—90	6—90
Пересмотр механизма с клавиатурой с проверкой и корректировкой регулировки отдельных узлов. Лицевая отделка корпуса полированием в черный цвет	209 276 277 294	1 1 1 1	1—10 40—17 » »	1—10 40—17 » »
Настройка и интонировка звукового диапазона инструмента	273	1	5—86	5—86
	273 ^a	1	»	»
	274	1	»	»
	275	1	»	»
	493	1	4—20	4—20
Осмотр инструмента и составление сметы	493	1	4—20	4—20

Преискурант утвержден Советом Министров РСФСР от 23 мая 1960 г. (Постановление № 731) и введен в действие с 1 января 1961 г.

Подписи: Составитель сметы
Зав. производством
Дата составления сметы

ГЛАВА 3

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ ФОРТЕПИАНО И ИХ РЕМОНТ

Клавишные инструменты представляют собой очень сложные изделия, состоящие почти из 10 тысяч разнообразных по форме и назначению деталей, которые образуют четыре основных узла:

- 1) опорные конструкции;
- 2) акустический аппарат;
- 3) клавишно-молоточковый механизм;
- 4) корпус.

Опорные конструкции представляют собой две рамы — металлическую и деревянную, прочно соединенные между собой. Деревянная рама, именуемая обычно футором, служит базой для закрепления резонансовой деки и сборки корпуса. Не менее важную роль играет металлическая рама, так как на ней закрепляются струны.

В настроенном пианино или рояле суммарная сила натяжения всех струн достигает 16—20 тыс. кг. Такое постоянно действующее усилие могут выдержать только массивные опорные конструкции.

Акустический аппарат — это агрегат звуковоспроизведения. Он состоит из двух узлов — струнной одежды и резонансовой деки.

Струнная одежда — это набор струн различной длины и диаметра, закрепленных на опорных конструкциях. Но отдельно взятая струна не обладает способностью давать громкий звук. Для получения такого звука в теноровом и дискантовом регистрах, где длины струн быстро убывают, их объединяют в «хоры», т. е. созвучия двух и трех струн одного диаметра, длины, силы натяжения и ударяемых одним молотком.

Резонансовая дека — это напряженная деревянная мембрана. Поверхность резонансовой деки настолько велика, что способна приводить в состояние сжатия и разрежения большие массы окружающей воздушной среды — это мы ощущаем в виде мощного звучания, во много раз превосходящего излучающую способность самих струн.

Клавишно-молоточковый механизм имеет следующие основные элементы: клавиши (рычаги, качающиеся наподобие

коромысла), которыми пользуется непосредственно пианист, и упругие молоточки, ударяющие по струнам. Между ними помещается довольно сложная система промежуточных рычагов. Эта послушная быстродействующая система очень точно и с желаемой выразительностью преобразует механические движения рук в задуманные им звуки.

Корпус — это футляр, который закрывает все рабочие части инструмента и придает ему законченный художественный вид, равноценный музыкальным достоинствам; корпус одновременно служит прочной защитой для всего сложного устройства пианино и роялей, намного увеличивая срок службы инструментов.

ОПОРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Сила натяжения струн в современных пианино и роялях достигает 16—20 Т. Такой силе могут противодействовать конструк-

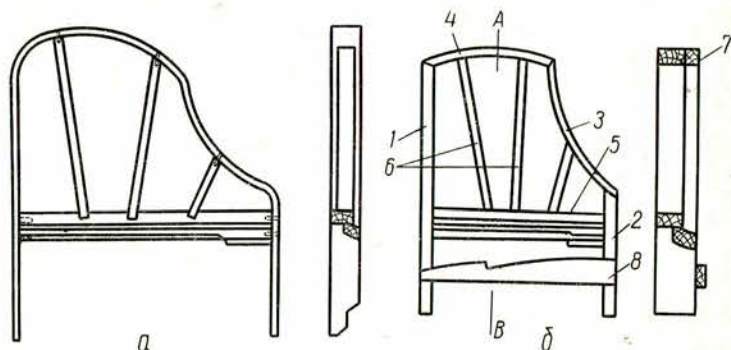


Рис. 13. Футоры рояля с перекрестными струнами:
а — гнутый; б — составной; 1 — левая стенка; 2 — правая стенка; 3 — вогнутый брус; 4 — выпуклый брус задний; 5 — средник; 6 — шпрейцы; 7 — опорный брус; 8 — вирбельбанк

ции, обладающие достаточной прочностью. Этими конструкциями в роялях и пианино являются футор (деревянная рама) и металлическая рама, которые предназначены в основном для устойчивого держания строя. Кроме того, они служат также для укрепления деки и корпуса инструмента.

Футор и металлическая рама должны быть прочно соединены между собой.

Деревянные опоры (футоры). У роялей и пианино футоры в основном состоят из одноименных частей и отличаются только формой.

Футор рояля имеет крыловидную форму; его обвязка бывает гнuto-клееная или составная.

В составном футоре (рис. 13, б) обвязка, состоящая из массивных досок, соединенных на шипах, замыкается также массивным брусом-средником 5; изнутри она скреплена брусками — шпрейцами 6.

В гнutom футоре (рис. 13, а) обвязка цельная, клеенная из большого количества тонких листов фанеры. По сравнению с составным футором гнутый имеет большие преимущества: он жестче и более прочен при меньшем весе. Дека, приклеенная на жесткий цельный гнутый обод, при равных условиях звучит лучше, энергия колебания деки в этой конструкции рассеивается

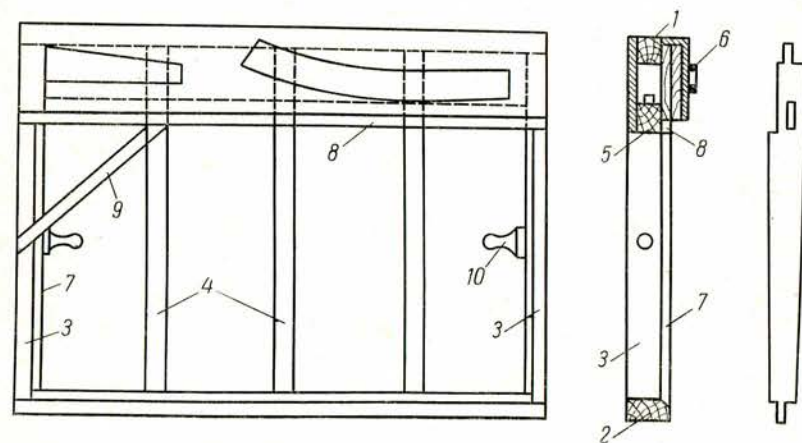


Рис. 14. Футор пианино модели С-5:
1, 2 — обвязки; 3 — боковые шпрейцы; 4 — средние шпрейцы; 5 — средник; 6 — вирбельбанк; 7, 8, 9 — опорные брусочки для деки; 10 — рукоятка

меньше. Кроме того, сам процесс изготовления гнutoй обвязки проще изготовления составного; форма корпуса получается более округлой.

Футор пианино представляет собой раму из обвязок 1 и 2 и пяти вертикальных шпрейцев 4, соединенных на шипах (рис. 14). Между шпрейцами помещены опорные брусочки 7, 8, 9, составляющие вместе с верхней обвязкой опорную поверхность для вирбельбанка. Верхняя часть футора сзади закрывается задней доской, а в боковые шпрейцы вделаны рукоятки 10 для перемещения инструмента.

Обвязки, шпрейцы и средники изготовляют из древесины хвойных пород, вирбельбанк — из бука, опорные брусочки для деки — из бука или клена.

В некоторых пианино шпрейцы футора имеют утолщенные верхние концы. Благодаря этому струнная одежда располагается строго вертикально, что улучшает игровые свойства клавишно-молоточкового механизма.

На рис. 15 представлен гнутый футор пианино, у которого шпрейцы расположены крестообразно. Такая конструкция более надежна благодаря гнuto-клееной обвязке и тому, что шпрейцы располагаются по направлениям основных сил, возникающих от натяжения струн.

В малогабаритных пианино футор бывает иногда без шпрейцев (рис. 16). Здесь сохраняется только легкая обвязка, служащая для крепления деки.

Встречаются пианино без футоров, в них вся нагрузка перенесена на металлическую раму, являющуюся единственной опор-

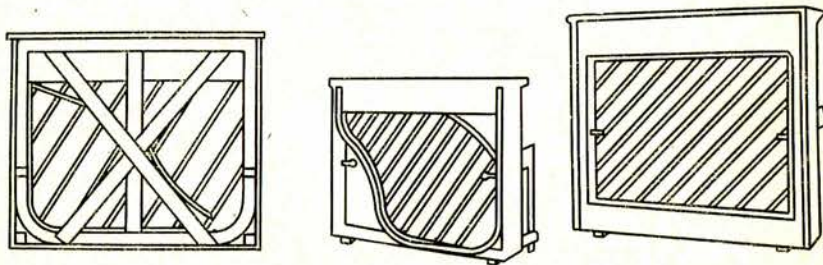


Рис. 15. Футор пианино гнутый

Рис. 16. Футор пианино без шпрейцев

ной конструкцией. В таком инструменте все основные детали прикреплены к металлической раме болтами.

Бесфуторные инструменты гораздо экономичнее пианино с футором в отношении расхода древесины и затрат на технологию сборочных и отделочных работ, но зато здесь заметно хуже качество звучания, так как дека не получает достаточно жесткого закрепления по периметру.

Неисправности футора возникают от различных причин.

1. Поломки, образующиеся в основном при транспортировке и небрежном отношении к инструменту при эксплуатации.

2. Растрескивание обвязок и шпрейцев — от интенсивного воздействия сухого воздуха из-за близко расположенных нагревательных приборов.

3. Разрушение деталей футора жучком-точильщиком, если эти детали изготовлены из березы и других лиственных пород древесины.

4. Сминание и срез шипов на шпрейцах возникают у нижних обвязок в результате действия изгибающего момента $M_x = P \cdot x$, где P — суммарная сила натяжения струн равна 16000 кг , x — расстояние от плоскости струн до плоскости шпрейцев, равное в среднем $0,1 \text{ м}$. При действии этого момента

в сечениях шипов, расположенных на нижних концах шпрейцев, возникает реактивная сила сдвига поперек древесных волокон в пределах $13\text{--}15 \text{ кг/см}^2$, при допуске $\tau_{сдв} = 20 \text{ кг/см}^2$. Явление среза шипов наблюдается при малых размерах их поперечника (менее 20 мм).

5. Разрушение клеевых связей в шиповых соединениях. Это весьма распространенный дефект, возникающий, главным образом, в инструментах, находившихся длительное время в сырости. Большая влажность окружающего воздуха вызывает быстрое разложение клеящего вещества — глютина, а последующее резкое уменьшение влажности воздуха — пересыхание остатков клея и разъединение склеенных частей.

Ремонт футора заключается в устранении перечисленных дефектов.

1. При наличии глубоких царапин, отслоений и потертостей с поврежденной поверхности футора счищают краску (широкой стамеской или специальным скребком), шлифуют шкуркой № 10 и щеткой снимают пыль, а затем кистью заново окрашивают соответствующей краской (эмалью) или лаком в нужный цвет.

2. Глубокие вырывы и вмятины на футоре заделывают кусками качественной древесины, которые плотно подгоняют по месту повреждения и приклеивают.

Для надежной склейки клеевой раствор нужно нанести на обе склеиваемые поверхности и $1\text{--}2 \text{ мин}$ дать на открытую пропитку. Для полного высыхания клея необходимо не менее 4 час выдержки, после чего излишек вставки срезают, поверхность шлифуют подлицевую отделку и наносят надлежащие покрытия.

3. Крупные трещины (больше 2 мм) на обвязках и шпрейцах футора заделывают рейками, в мелких на всю глубину тонким ножом вводят клей. Просохшую трещину дважды шпаклюют, а затем поверхность подготавливают к окраске. Между первой и второй шпаклевками нужно дать выдержку не менее 6 ч .

Чтобы заделать крупную трещину, ее раскрывают стамеской или ножом и затем в нее с клеем аккуратно забивают клиновидные, с небольшим наклоном боковых поверхностей, рейки. Рейки нужно заготавливать по размерам трещин, а заделывают рейки поочередно, чтобы не нарушить режим склейки.

Для лучшего склеивания мелких трещин раствор мездрового клея нужно нагреть до температуры $60\text{--}80^\circ \text{C}$. Клеевой раствор в трещину вносят в $2\text{--}3$ приема с промежутками между ними в $10\text{--}12 \text{ мин}$, после чего дают $4\text{--}6$ -часовую выдержку на просушку. После просушки производят местную шпаклевку замазкой из клея с мелом, приготавливают поверхности и окрашивают.

4. Футор, отдельные детали которого имеют только поверхностные повреждения жучком-древоточцем, может быть отремонтирован без предварительной разборки его. В этом случае на поврежденном участке делают стамеской углубления и, убедившись, что глубина повреждений не превышает 15 мм, снимают всю древесину на поврежденных участках, поверхности гнезд выравнивают и приклеивают заготовки. Для создания большей прочности концы гнезд, а следовательно, и заготовок, должны иметь острый угол, увеличивающий площадь склейки торцовых поверхностей. Последующую обработку поверхностей производят по технологии, указанной выше.

При больших разрушениях жучком отдельные детали футора заменяют новыми.

5. Разрушение шипов на шпрейцах не подлежит исправлению. В этом случае шпрейцы нужно заменить новыми. Замена шпрейцев может быть выполнена после полной разборки корпуса и футора (см. п. 6).

6. Разрушение клеевых соединений футора является дефектом, резко снижающим прочность всей опорной конструкции, для восстановления которой необходимо произвести ремонт с переклейкой всех столярных соединений. Для этого отделяют стенки корпуса от футора, заднюю приклеенную к футору полукрышку, деку, вирбельбанк и задние доски (у пианино верхнюю и нижнюю). Последовательность отсоединения деталей корпуса и деки при освобождении футора рояля такая же, как и для пианино. Все детали корпуса и деки отсоединяют от футора широкими стамесками аккуратно, без скалывания деталей. После этого футор разбирают на составные части; с поверхностей шипов и гнезд стамеской или цангубельными железками очищают старый клей и вручную или на фуговальном станке выравнивают поверхности обвязок и шпрейцев. Далее заготавливают новые детали взамен негодных старых, подгоняют шипы по гнездам и, если некоторые из них окажутся слабыми, заделывают гнезда до нужных размеров и производят предварительную сборку без клея.

Убедившись, что посадка всех столярных вязок получается плотной, производят окончательную сборку футора на клей.

Работу столярными клеями, особенно мездровыми, нужно выполнять как можно быстрее, чтобы к моменту наложения прессы (прижима) клеевой раствор, нанесенный на склеиваемые поверхности, не успел остыть и принять студнеобразное состояние. Для обеспечения плотных соединений во всех узлах нужно направить действующие силы прессы по двум взаимно перпендикулярным осям футора. Чтобы при этом не выжать весь клей, удельное давление должно быть в пределах 4—6 кг/см². Выдержка в прессе для затвердения клея должна быть не менее 8 ч.

В условиях ремонтного цеха запрессовку футора при склеивании можно успешно делать цвинками, изготовленными из равнобокого или швеллерного железа с шириной полок 50—60 мм, снабженными ходовыми винтами для зажима. После выдержки снимают провесы и выравнивают поверхности, подготавливая поверхности под склейку деталей корпуса и деки.

Технология столярного ремонта футоров с гнутой обвязкой почти не отличается от технологии составных и отдельно описывать ее нет необходимости.

Вирбельбанк. Эта часть является одной из наиболее ответственных деревянных опорных конструкций рояля и пианино, от качества которой зависит стабильность строя инструмента. В настоящее время вирбельбанк представляет собой щит, скле-

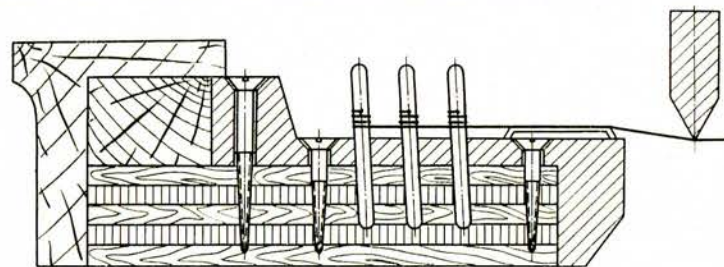


Рис. 17. Вирбельбанк рояля многослойный

енный из нескольких слоев твердой древесины, в отверстия которого туго запрессованы вирбели, служащие для натяжения струн.

Если под действием натяжения струн вирбели хотя бы незначительно проворачиваются или отклоняются в направлении струн, строй инструмента нарушается. Поэтому при изготовлении вирбельбанка особое внимание обращают на качество древесины, его конструкцию и тщательность изготовления.

Материалом для изготовления вирбельбанка служит древесина бука или клена, отобранная из комлевой части ствола дерева, не имеющая никаких пороков. В старых инструментах вирбельбанки встречаются цельные, представляющие один массивный брус из буковой древесины, без поперечных наклеек. Они, как правило, плохо держат строй и подлежат замене.

Многослойный вирбельбанк рояля (рис. 17) склеен из нескольких рядов (3, 5 и 6) буковых щитов. Так как наибольшей твердостью и способностью сопротивляться давлению, передаваемому вирбелями, древесина обладает в торец, то на наружный слой, где давление наибольшее, ставят дощечки с поперечным направлением годичных слоев, т. е. по направлению струн.

В пианино дешевых моделей вирбельбанк делают из двух слоев букowych дощечек и дополнительной подклейки из хвойных пород древесины.

Более распространенными являются трехслойные конструкции — два слоя с поперечным направлением древесных волокон, и один (средний) с продольным (рис. 18). Прочность такого вирбельбанка почти устраняет опасные деформации. В многослойных вирбельбанках сопротивление древесины давлению вирбелей неодинаковое: наибольшее сопротивление оказывают торцовые слои, меньшее — средний долевой слой.

Для создания большего сопротивления нагрузкам, возникающим от вирбелей, в настоящее время всюду применяют в основном панцирные металлические рамы с широкой пластиной для упора. Кроме того, встречаются панцири коробчатой формы

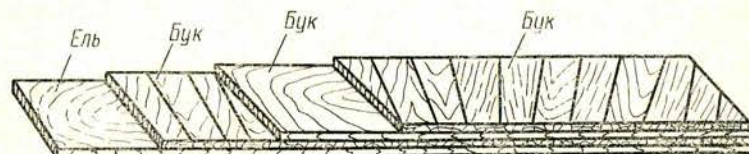


Рис. 18. Вирбельбанк трехслойный

для помещения целого (по длине) вирбельбанка и с секциями для крепления трех частей вирбельбанка по регистрам (басовой, теноровой, дискантовой).

Концы вирбельбанка при таких металлических рамах не заделывают в боковые стенки корпуса, а привинчивают к панцирю рамы крупными шурупами. Такие вирбельбанки называют вкладными (рис. 19).

Просверливают в панцире отверстия диаметром 10—11 мм, затем их плотно заделывают пробками из кленовой древесины. Таким образом, вирбели опираются не на чугун, а на деревянные пробки, что ликвидирует опасность заклинивания вирбелей. В тех случаях, когда заполнение отверстий на панцире деревянными пробками не предусмотрено, отверстия для вирбелей на вирбельбанке сверлят так, чтобы после посадки вирбели своей боковой поверхностью не соприкасались со стенками отверстия на панцире. Однако для достижения большей устойчивости вирбелей вирбельные отверстия на панцире рамы должны быть заполнены пробками из древесины или пластика.

Для предотвращения проворачивания вирбеля необходимо, чтобы величина сопротивления древесины смятию была больше силы натяжения струны. Кроме того, для создания стабильности строя величина момента силы трения между вирбелями и поверхностью стенки отверстия вирбельбанка должна быть

больше крутящего момента, который создает струна, намотанная вокруг вирбеля. При максимальной силе натяжения струны при настройке равной 175 кг, диаметре вирбеля 0,7 см и диаметре струны 0,12 см, момент кручения вирбеля против часовой стрелки будет равняться:

$$M_{\text{стр}} = \frac{(0,7 + 0,12)}{2} = 72 \text{ кгсм.}$$

Если обозначить момент трения этого же вирбеля $M_{\text{тр}}$, то условие стабильности строя выразится: $M_{\text{тр}} > M_{\text{стр}} > 72 \text{ кгсм.}$

Для соблюдения этого условия буковая древесина должна иметь плотность 0,59—0,69; торцовую твердость 630—690 кг/см², радиальную 460—480 кг/см² и тангентальную 435—480 кг/см².

Но сила трения зависит также от степени запрессовки древесины поверхностных слоев отверстия. Максимальная запрессовка без разрушения древесины получается при соотношении диаметров отверстия и вирбеля, равном 0,79—0,85 т. е. разница между диаметрами отверстия и вирбеля должна быть в пределах 1,1—1,5 мм. При этом меньшая разница принимается для более твердой древесины, большая — для более мягкой.

Величина момента трения (при равных других условиях) зависит еще и от длины насаженной части вирбеля — трение увеличивается с увеличением глубины посадки вирбеля. Поэтому при ремонте и изготовлении вирбельбанка нужно рассчитывать его толщину и глубину посадки вирбелей в пределах 32—35 мм, при длине вирбелей 65—70 мм.

Дефекты вирбельбанка подразделяются на производственные, образовавшиеся в результате нарушения режимов технологии, которые обнаруживаются еще на последних этапах изготовления фортепиано или на первых порах его эксплуатации, и эксплуатационные. К производственным дефектам относятся:

1. Низкие физико-механические показатели древесины, из которой изготовлен вирбельбанк в результате применения рыхлой древесины малой твердости. Этот дефект возникает из-за нарушения технических правил при отборе древесины.

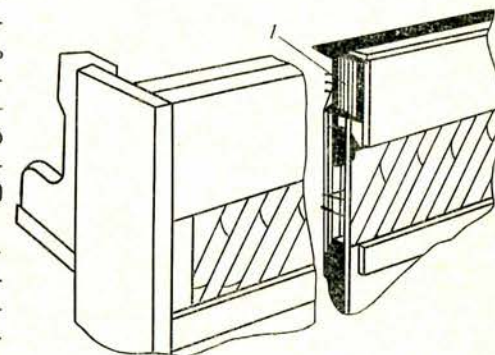


Рис. 19. Пианино с вкладным вирбельбанком:

1 — вкладной вирбельбанк

2. Неточная столярная подгонка склеиваемых поверхностей слоев дощечек — грубая строжка и использование деформированных щитов.

3. Непрочная склейка слоев вирбельбанка — нарушение режимов склейки и некондиционный клей.

4. Неплотная посадка вирбелей — применение сверла, диаметр которого почти равен диаметру вирбеля, или шпиндель сверлильного станка имел биение, что и увеличило диаметр вирбельных отверстий.

5. Непрочная облицовка вирбельбанка и небрежная раззенковка отверстий — нарушение режимов фанерования лицевой поверхности открытого вирбельбанка («голодная» склейка, плохой клей и прочее), применение тупого сверла и неправильная установка его в патрон станка.

6. Небрежная лицевая отделка (лакирование, бронзирование или полирование) — низкое качество лака, политуры или бронзы и нарушение режимов технологии отделочных работ.

7. Трещины во внутренних слоях с образованием разрывов на облицовке — низкое качество древесины, непрочная склейка слоев, а также чрезмерно тугая посадка вирбелей.

8. Выгиб вирбельбанка без разрушений — недостаточная жесткость конструкции вирбельбанка и отсутствие панциря на металлической раме.

К эксплуатационным дефектам относятся:

1. Трещины на облицовке вирбельбанка — интенсивное воздействие чрезмерно сухого воздуха и резкие колебания микроклимата в помещении.

2. Разрушение клеевых соединений на всех слоях — хранение инструмента в сыром помещении.

3. Выработка гнезд (отверстий) для вирбелей — результат длительной эксплуатации, деформация древесины вирбелями и, отчасти, результат многократного проворачивания вирбелей при настройках, а также несоблюдение правил пользования настроенным ключом. Но эти дефекты возникают только в прочных вирбельбанках. В слабых же конструкциях дефект вызывает значительное смятие древесины, в результате чего вирбельные отверстия принимают овальную форму, вирбели оттягиваются струнами вниз и инструмент перестает держать строй.

Ремонт вирбельбанка — очень ответственная операция, поручать которую можно только опытному столяру, хорошо знающему методы подбора древесины для вирбельбанка, режимы склеивания, технологию и конструкцию деревянных опор фортепиано.

В зависимости от дефектов, ремонт вирбельбанка может быть выполнен частичный, предусматривающий устранение одной или нескольких неисправностей и производимый со снятием струн, но без отсоединения его от футора и стенок корпуса,

и капитальный, включающий в себя устранение всех имеющихся дефектов, полное восстановление прочности и жесткости конструкций. Для производства капитального ремонта вирбельбанк отделяют от футора и корпуса.

При частичном ремонте снимают струны, вирбели, металлическую раму, шурупы и отсоединяют по клею верхнюю крышку. Определив характер и размеры трещин на отдельных слоях дощечек и клеевых соединениях между слоями вирбельбанка, удаляют пыль и мелкие частицы разрушившегося клея, после чего большими струбцинами или переносным винтовым прессом сжимают те участки, в зоне которых имеются разрушения клея между слоями. Убедившись, что расклеившиеся участки под прессом снова плотно сжимаются, с вирбельбанка снимают пресс и, отметив участки, подлежащие склеиванию — их склеивают. Для лучшего прохождения клеевого раствора в глубь трещины и зазоров между слоями, корпус пианино следует поставить вертикально. В глубокие трещины и отслоения клеевой раствор наносят плоской стальной линейкой толщиной не более 0,2 мм, шириной 20—30 мм и длиной 150—200 мм. Для лучшего проникания в узкие части трещин боковая и одна торцовая кромка этой стальной линейки должны быть заточены. Клеевой раствор должен быть достаточно жидким и в момент пользования должен иметь температуру в пределах 60—80°С (желатиновый и мездровый клей).

Для более равномерного распределения давления под винты пресса (или струбцин) закладывают массивные деревянные прокладки — цулаги. Удельное давление при запрессовке должно быть на всех участках одинаковое — в пределах 7—10 кг/см².

После выдержки в прессе не менее 12 ч (при необходимости перефанерования лицевой поверхности) старую облицовку строгают и снимают копию планировки отверстий для вирбелей и крепежных шурупов.

Для этого, вырезав две полосы белой плотной бумаги по размерам вирбельбанка, одной из них закрывают лицевую поверхность вирбельбанка, на него настилают копировальную бумагу зачерненной стороной к вирбельбанку и сверху закрывают второй полосой бумаги. Чтобы полоса бумаги не смещалась, края бумаги приклеивают: нижнюю к вирбельбанку, верхнюю — к нижней полосе. После высыхания клея поверхность верхней полосы протирают ладонью, слегка прижимая бумагу к вирбельбанку. Для правильного накладывания снятой копии, на ней и на поверхности вирбельбанка ставят метки, а затем эту копию аккуратно снимают с вирбельбанка и убирают. Далее, если не требуется забивать пробки, поверхность вирбельбанка окончательно выравнивают рубанком и фанеруют.

Сильно выработанные отверстия для вирбелей заделывают до облицовки буковыми пробками с клеем, после высыхания

которого пробки подрезают стамеской заподлицо с поверхностью, которую окончательно выравнивают и фанеруют. Клеевой раствор наносят на обе поверхности: вирбельбанка и облицовочной фанеры. Чтобы в процессе склеивания фанера не деформировалась, ее наружную поверхность слегка увлажняют. Наклеивают фанеру на основу путем притирки или запрессовки струбцинами. Притирку делают специальным молотком, имеющим один широкий конец с прямой слегка закругленной поверхностью. Притирать надо так, чтобы излишки клея постепенно выжимались от середины к краям.

Процесс запрессовки заключается в том, что положенную на вирбельбанк фанеру плотно зажимают прессом и выдерживают в течение 24 ч, после чего дают 24 ч свободной выдержки. В качестве средств для запрессовки могут служить металлические струбцины, легкие переносные прессы с необходимым количеством деревянных прокладок. По окончании выдержки очищают потеки клея и на фанерованную поверхность вирбельбанка накладывают снятую копию планировки вирбельбанка так, чтобы метки на ней точно совпали с фиксирующими метками на вирбельбанке, намечают шилом центры отверстий для вирбелей, шурупов и болтов.

Затем, очистив бумагу с вирбельбанка, сверлят все отверстия по намеченным центрам сверлами нужного диаметра. После этого отверстия зенкуют зенкером.

При сверлении отверстий не следует допускать образования пережогов древесины, которые способствуют значительным увеличениям отверстий. Зенкование нужно производить аккуратно острым зенкером, при небольшом давлении, чтобы предотвратить вырывы, сколы и заусенцы на облицовке. Если после сверления обнаружится отслоение фанеры, его устраняют, осторожно проглаживая нагретым утюгом; при проглаживании клеевой слой расплавится, а затем под влиянием тепла быстро высыхает, образуя склейку нормальной прочности. Если этот прием не дает желаемого результата, значит на данном участке нет клеевой прослойки и для надежной склейки на фанере необходимо сделать разрез вдоль древесных волокон на длину, равную длине отслоения, пропустить через этот разрез под фанеру клеевой раствор, на зону разреза наклеить полоску бумаги и запрессовать.

После полного высыхания клея с поверхности вирбельбанка снимают ворс, а затем производят сначала шлифование шкуркой № 8—6, а затем лакирование, полирование или бронзировку (технология лицевой отделки приведена на стр. ...).

Восстановление прочности вирбельбанка при его ремонте, в особенности в инструментах с неполной металлической рамой, не ограничивается только частичным или полным переклеиванием слоев дощечек. Прочность приклейки можно повысить,

притянув вирбельбанк болтами к верхней обвязке футора. Для этого на верхней части вирбельбанка (отступив 20—30 мм от верхней его кромки) высверливают по два сквозных отверстия в районе каждого регистра, через которые пропускают 12—15-миллиметровые болты, оставляя их головки на лицевой поверхности и со стороны спинки инструмента стягивают гайками. Длина стержня болта с нарезанной частью должна равняться суммарной толщине вирбельбанка, обвязки и задней доски. Чтобы головка и гайка болта при стягивании не углублялись в вирбельбанк, под них ставят шайбы, наружный диаметр которых должен быть в два раза больше головки, а толщина — не менее 2 мм. Чтобы концы болта и гайки не выступали над поверхностью задней доски, на последней нужно выбрать круглые гнезда диаметром, равным диаметру шайб, глубиной, позволяющей поместить гайки впотай.

Капитальный ремонт вирбельбанка производят, предварительно сняв его с основания. Концы вирбельбанка рояля обычно заделаны в стенки корпуса и, чтобы снять его, необходимо на обеих стенках вырезать гнезда на глубину заделанных концов вирбельбанка. Если концы вирбельбанка были дополнительно привернуты шурупами, то после вырезания гнезд они будут видны и их можно вывинтить. При выполнении ремонта придерживаются определенной последовательности.

Сначала вирбельбанк разъединяют по непрочным клеевым соединениям. Для этого его зажимают в верстак и, осторожно заклинивая пологие клинья из твердолоственных пород, широкой стамеской разъединяют отдельные слои друг от друга. После этого состругивают старый клей и, частично выровняв склеиваемые поверхности по кромкам, приклеивают отдельные делянки, заменяя негодные новыми.

Выровняв фугованием поверхности склеиваемых щитов, для более прочной склейки подвергают цанублению.

Подготовленные щиты вирбельбанка хорошо прогревают на плите и склеивают с обязательным нанесением клеевого раствора на обе склеиваемые поверхности. Чтобы при запрессовке предотвратить некоторое смещение слоев, в несколько вирбельных отверстий (4—5) пропускают свободно (без клея) деревянные пробки, которые фиксируют свое место каждого слоя в вирбельбанке. Для обеспечения прочной склейки все слои запрессовывают винтовым или пневматическим прессом, а за неимением их — переносными винтовыми прессами и стальными струбцинами с нужным набором прокладок.

Считив с кромки остатки выжатого клея фугованием, выравнивают пласти и, если вирбельные гнезда не слишком выработаны, подготавливают наружную поверхность к облицовке фанерой. Последующие операции по фанерованию и отделке описаны выше. После выполнения клеильных работ на стенках

вирбельных гнезд остаются потеки клея, которые нужно обязательно снять. Счистив старый клей со стенок корпуса рояля, приправляют готовый вирбельбанк, предварительно притягивая его к корпусу двумя шурупами каждый конец. Убедившись, что вирбельбанк приправлен к корпусу правильно, вывинчивают шурупы, наносят клеевой раствор на склеиваемые поверхности концов и гнезд, устанавливают вирбельбанк, привинчивают шурупы и дают выдержку на просушку клея. Для большей точности посадки вирбельбанка надо установить на место металлическую раму. После этого на стенках корпуса заделывают вырубленные гнезда.

Склеивать слои дощечек можно только высококачественным столярным клеем (мездровым или желатиновым) или смоляным; такой же клей применяют и для заделки вирбельбанков в корпус. Но надо помнить, что столярный клей боится сырости.

Казеиновый клей применять не рекомендуется, так как этот клей, кроме того, что требует очень сложного режима приготовления, вызывает сильное увлажнение древесины.

При выполнении капитального ремонта часто приходится старый вирбельбанк заменять новым. Для этого применяют склеенные заготовки, полученные с фабрик, или изготавливают новые. Технология доведения заготовки вирбельбанка и изготовление нового мало чем отличается от технологии капитального ремонта, за исключением заготовительных операций.

Типовая технология заготовки нового вирбельбанка следующая:

- раскрой досок на заготовки заданных размеров;
- проверка пласти и кромок на фуговальном станке;
- строгание в размер по толщине на рейсмусном станке;
- подбор делянок в щит;
- склеивание делянок в щит;
- снятие провесов (строжка на станке или вручную);
- опилка в размер по длине и ширине;
- окончательное строгание в размер по толщине на рейсмусном станке и цанубление склеиваемых поверхностей;
- приправка и склейка щитов в набор вирбельбанка.

При склеивании желатиновыми и мездровыми клеями необходимо соблюдать определенные режимы.

Режим склеивания желатиновым и мездровым клеями

Температура помещения, °С	25
» клеевого раствора, °С	70—80
» древесины (склеиваемых поверхностей), °С	50—60
Концентрация клеевого раствора, %	40—50
Продолжительность открытой пропитки, мин	1—2
» закрытой »	1—2
» выдержки под прессом, ч	2—4
Давление при склеивании, кг/см ²	5—8

Режимы склеивания смоляным клеем

Температура помещения, °С	15—20
» клеевого раствора, °С	15—20
» древесины, °С	15—20
Продолжительность открытой пропитки, мин	5—10
» выдержки в прессе, ч	4
Давление при склеивании, кг/см ²	6—8

Вирбельбанк и другие конструкции, склеенные после распрессовки, выдерживают двое суток после склеивания мездровым и желатиновым клеями, и 0,5 суток — смоляным.

Металлические опоры (рамы). Основная часть суммарной силы от натяжения струн воспринимается металлической рамой. Поэтому металлическая рама должна обладать достаточной прочностью. Металлические рамы роялей и пианино обычно отливают из ковкого чугуна. Такой материал выгодно отличается от других металлов низкой стоимостью, способностью принимать сложные формы в отливке и держать значительные и сложные статические нагрузки без заметных деформаций.

Конструктивные формы чугунной рамы (рис. 20) определяются типом инструмента, его габаритами и планировкой струнной одежды.

Основными деталями чугунных рам являются: панцирь 1 — часть рамы, закрывающая вирбельбанк. На этой части размещают струнный штабик или аграфы. Панцири бывают открытые (имеющие форму продолговатых окон), на площади которых вирбельбанк не закрывается и где вирбели крепятся непосредственно в вирбельбанк, и закрытые (не имеющие окон), полностью закрывающие вирбельбанк. Большими достоинствами обладает полная панцирная рама, так как основная часть силы давления каждого вирбеля здесь воспринимается пластиной панциря и поэтому образование овала в гнездах вирбельбанка почти исключено; строй такого инструмента более стабильный.

Пониже панцирной части рамы (на ее оборотной стороне) имеется ребро, служащее упором для вирбельбанка.

Дискантовый мостик 2, расположенный в середине рамы, служит для закрепления штифтов, на которые надевают петли струн и представляет собой плоскую пластину с буртиком у переднего края для опоры струн. Мостик работает на растяжение, сдвиг и изгиб. Басовый мостик 3 представляет собой пластину коробчатого профиля и служит для крепления штифтов басовых струн. Материал мостика работает на растяжение и изгиб. Шпрейцы 4 — стержни трапециевидного сечения, соединяют пластины с панцирем. Они воспринимают на себя всю нагрузку от натяжения струн и работают в основном на сжатие и изгиб.

Для создания большей жесткости рамы и уменьшения опасности изгиба шпрейцев в горизонтальной плоскости во многих рояльных рамах предусматривается поперечный шпрейц 5.

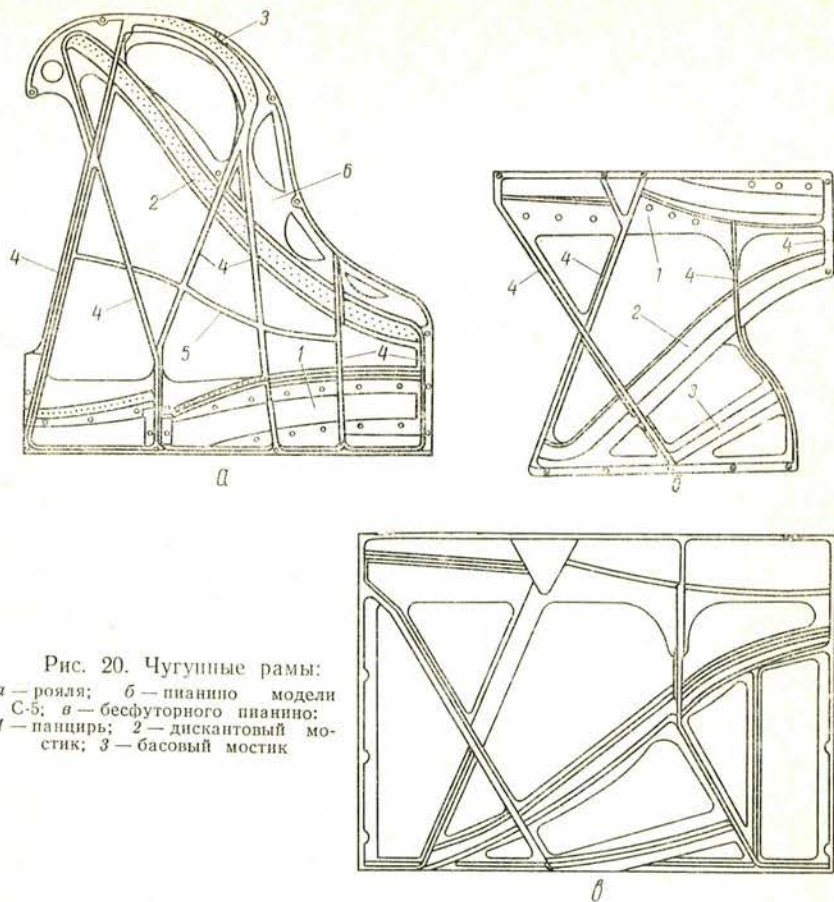


Рис. 20. Чугунные рамы:
 а — рояля; б — пианино модели
 С-5; в — бесфурторного пианино;
 1 — панцирь; 2 — дискантовый мо-
 стик; 3 — басовый мостик

В роялях и пианино старых конструкций часто встречаются чугунные рамы, не имеющие панцирной части. Такая рама в верхней части заменяется упорным ребром, прилегающим к вирбельбанку. Такие конструкции чугунных опор называют полурамой. При полной нагрузке они не способны предотвратить деформацию изгиба и коробления вирбельбанка, что является существенным недостатком.

Дефекты чугунных рам роялей и пианино бывают наружные и внутренние.

К наружным дефектам относятся повреждения бронзирования и лаковых покрытий в виде царапин, выкрашивания шпатлевки вместе с пленкой лака, и коррозии, поступившей на чугуне сквозь лакокрасочное покрытие. Царапины и выбоины на бронзировке и окраске рамы в основном образуются в результате небрежного обращения с инструментом при чистке, настройке

и выполнении периодических ремонтов, когда мастер задевает рабочими инструментами бронзированную поверхность рамы, наносит царапины концами струн на поверхность шпрейцев. Истирания бронзирования встречаются на рояльных рамах в основном на верхних поверхностях шпрейцев. Причиной этого дефекта является трение нотного попюпитра при выдвигании его из корпуса. Чтобы предотвратить перечисленные выше дефекты на бронзировке и окраске рамы при выполнении всех видов работ по уходу за инструментом, не следует класть ручные инструменты и посторонние предметы на раму, не покрыв ее предварительно толстой мягкой тканью.

К внутренним дефектам относятся раковины и трещины. Внутренние раковины в рамах являются пороками литья; они очень опасны, так как вызывают разрушение рам. Наиболее частым дефектом являются наружные и внутренние трещины, образующиеся при литье и охлаждении рамы после литья. Небольшие наружные трещины при обработке и отделке рамы закрываются и они, как и внутренние трещины, становятся незаметными, но при малейшем изгибе в этих местах образуются сквозные трещины, выводящие инструмент из строя. Трещины часто образуются также от неправильной припасовки рамы к футору. Если рама прилегает к основанию только отдельными точками, привинчивание ее шурупами вызывает изгиб, что в свою очередь приводит к сквозным трещинам. Поэтому все точки опорных поверхностей рамы должны плотно прилегать к плоскости вирбельбанка и подрамных брусков.

Ремонт рамы состоит из нескольких самостоятельных операций, так как технология ее ремонта определяется наличием дефектов и степенью повреждения этими дефектами. В связи с тем, что на рамах встречаются дефекты на ее отделке, не влияющие на прочность, и дефекты непосредственно на материале рамы — сквозные трещины на шпрейцах, мостиках, панцире, процессы ремонта будут неодинаковые. Для рамы, имеющей дефекты только на ее поверхностях, технология ремонта ограничивается только проведением работ по исполнению или обновлению лицевой отделки, а для рамы, имеющей трещины, — работы по восстановлению прочности и отделочные.

При лицевой отделке чугунной рамы сначала плоским напильником счищают слой бронзы и шпатлевки с поврежденных участков рамы. Для надежного сцепления первого грунта, краску (бронзировку) и шпатлевку счищают со значительно большего участка, чем поврежденная площадка. После этого шлифуют всю поверхность рамы, подлежащую окраске. Начальное шлифование рекомендуется производить шкуркой № 12, последнее — № 8—10. Затем с рамы тщательно снимают пыль, протирают ацетоном и после 10—15-минутной просушки грунтуют масляным лаком № 74. Наиболее надежным грунтом для

обработки старых рам является состав, состоящий из лака № 74 — 45%; скипидара — 40%; мумии — 10% и сиккатива — 5%. Общий расход смеси на раму пианино составляет 70 г, на рояль — 80—100 г.

Грунтовку наносят малярной кистью или переносным пульверизатором. Просушка в обычных производственных условиях длится 8—10 ч, в сушильной камере — до 2 ч.

Назначение грунтовки заключается в создании пленки как связующего звена между чугуном и шпатлевкой; поэтому она должна плотно прилегать к основе и быть эластичной. Грунт следует сушить до полного отверждения. На грунтованные поверхности наносят шпатлевку, плотно заполняя все неровности, оставшиеся после очистки и шлифования и создавая ровную поверхность. Шпатлевку следует наносить тонким слоем в два-три приема, так как толстый слой, нанесенный один раз, долго высыхает, менее прочно держится на раме и может дать трещины после полного высыхания. Продолжительность сушки между шпатлевками 14—15 ч, при температуре 20° С.

Состав шпатлевки, %

Мел плавленный	40
Охра	16
Лак масляный № 75	40
Скипидар	4

Расход состава на раму: для местной шпатлевки (частичной) 80—100 г, для сплошной — 200 г. Шпатлевку наносят шпателем, представляющим собой кусок гладкой резины толщиной 7—10 мм. Можно применять готовую нитрошпатлевку марки АШ-30.

Шпатлеванные (масляной шпатлевкой) поверхности шлифуют куском пемзы, обильно смачивая шлифуемую поверхность водой. Масляную шпатлевку покрывают левкасом. Нитрошпатлевку шлифуют пемзой и наждачной шкуркой, смачивая поверхность рамы керосином.

Для нитрошпатлевки эта операция не выполняется. Назначение левкаса — заполнение мелких пор в шпатлевке и подготовка прочной основы для дальнейшей окраски.

Состав левкаса, %

	Густого		Жидкого	
Вода теплая кипяченая	30	19	66	41
Клей столярный вареный	8	4	4	6
Мел плавленный	62	77	30	53

Левкас равномерно наносят на раму малярной кистью при постоянном подогревании состава и сушат при температуре 18—20° С в течение 3—4 ч.

Высохший слой левкаса шлифуют пемзой и наждачной шкуркой № 10.

Затем поверхность рамы очищают от пыли и кистью покрывают 18%-ной светлой политурой. После 15—20 мин поверхность рамы снова шлифуют стеклянной шкуркой № 8 и покрывают второй раз той же политурой. Второй раз политуру наносят тампоном. Тампон смачивают политурой и слегка посыпают его порошком бронзы. Политуру наносят для получения тонкой шеллачной пленки, предотвращающей оседание масляного лака при дальнейшей окраске (расход политуры 70—75 г на одну раму). Покрытие сушат в течение 4 ч при температуре 18—20° С. После этого поверхность рамы протирают стеклянной шкуркой № 8, очищают от пыли тряпкой и при помощи кисти покрывают масляным копаловым лаком № 74. Это лаковое покрытие создает основу для нанесения бронзового порошка. Покрытие должно быть ровным без потеков и пропусков. Просушку лакового покрытия доводят только до состояния отлипа (в течение 40—50 мин), это способствует более прочному соединению бронзового порошка с лаковой пленкой. Бронзу наносят пульверизатором или вручную. Безусловно, первый способ нанесения бронзы дает лучшие результаты: окраска получается ровной, плотной и однотонной. В условиях ремонтного цеха, где редко бывают стационарные пульверизаторные установки почти все покрытия (в том числе и бронзировку), можно наносить переносным пульверизатором, закрывая рабочий участок экраном на время нанесения краски.

Состав нитросмеси для бронзирования, %

Нитролак светлый № 940	40
Растворитель № 646	56
Бронзовый порошок	4

Бронзу наносят в 2—3 приема с промежуточной сушкой по 30 мин.

Вручную порошок бронзы наносят при помощи куска сукна или фильца, легко притирая порошок к бронзируемой поверхности. Излишек бронзы (после полного просыхания) надо тщательно удалить мягкой кистью или чистой тряпочкой. Поверх слоя бронзы наносят один слой светлого нитролака (или масляного лака) более густой консистенции.

Оттенки цвета бронзы — от светло-желтого до красно-бордового можно получить окрашиванием нитросмеси анилиновыми красками.

Слесарный ремонт рам заключается в основном в заделке сквозных трещин.

Среди мастеров-ремонтников укоренилось мнение, что пианино и рояли с трещинами в чугунной раме не подлежат ремонту без замены рамы, что ее прочность не может быть восстановлена никаким ремонтом. Практика ремонта показала обратное. Чугунные рамы роялей и пианино, имевшие по 5 и

6 сквозных трещин и правильно отремонтированные, держат строй не хуже новых рам.

Наиболее вероятные места образования трещин на чугунной раме пианино показаны на рис. 21. Кроме того, трещины довольно часто встречаются и на дискантовом штабике, на участке между первым и вторым шпрейцами (слева направо по линиям *д*).

Примерно на этих же участках образуются трещины и на рояльных рамах.

Трещины в чугунных рамах можно устранить в основном тремя способами: накладыванием стальных пластин на зоны

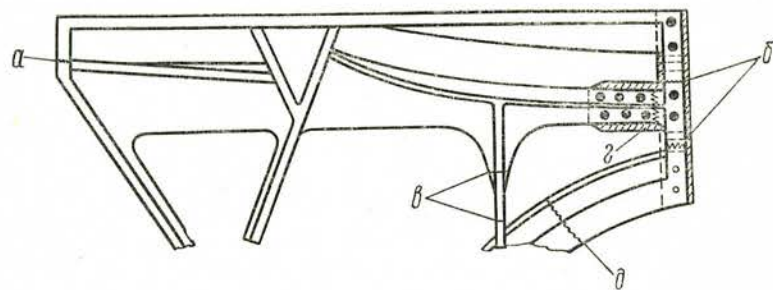


Рис. 21. Места образования трещин в чугунной раме:

а, б — в верхних частях шпрейцев; *в* — в рабочей части шпрейца; *г* — пластинчатая накладка (косынка); *д* — в струнной пластине

разрушения (слесарный ремонт), пайкой медно-цинковым припоем и газовой сваркой.

При накладывании на трещину стальных пластин несколько изменяются контурные очертания отдельных частей рамы, увеличивается ее вес — этот способ является трудоемкой операцией, но он прост и надежен. Такой ремонт поручают опытному квалифицированному слесарю.

Сначала на нижней поверхности рамы (в зоне разрушения) мелом очерчивают границы будущей стальной пластины и из стального листа толщиной 6—8 мм вырезают пластинку (косынку) нужного размера. Листовую сталь можно резать автогенном, электрической или механической пилой.

Вырезанную с припуском на бортовку заготовку прижимают металлическими струбцинами к задней плоскости рамы и расчерчивают линии для гибки бортов.

Сняв заготовку с рамы и зажав ее в настольных тисках, производят гибку бортов под прямым углом, заготовку примеряют по месту, доводят до плотного прилегания к раме, снова зажимают струбцинами к раме, размечают центры отверстий и производят керновку, сверление и раззенковку отверстий (со

стороны накладки). Для сохранения прочности соединяемых участков рамы отверстия размечают в шахматном порядке. Затем снимают накладку с рамы, нарезают резьбу в отверстиях рамы, снова ее прижимают струбцинами к раме и двумя-тремя винтами с каждого конца привинчивают к раме. Убедившись, что центры отверстий на раме и пластине совпадают, завертывают остальные винты (с потайными головками) и, повернув раму лицевой стороной вверх, выравнивают плоским напильником бортовые кромки, после чего чеканят борта, образуя небольшой развал внутреннего края на лицевую поверхность рамы.

Плоским напильником опиляют заподлицо с поверхностью рамы концы винтов, еще раз поворачивают раму, проверяют крепление винтов, затем поворачивают раму лицом вверх и осторожно слабыми ударами молотка слегка чеканят концы винтов.

Проверив плотность прилегания пластины к раме (в особенности у бортов), выравнивают поверхности болтов плоским напильником, снимают острые кромки и, если нужно, трещину заливают свинцом.

Для примера на рис. 21 показан отремонтированный участок, имеющий две сквозные трещины *б*. На трещины с обратной стороны рамы наложена стальная Т-образная накладка, привинченная к раме двенадцатью винтами.

В данном случае пластина скрепила три части рамы: верхние и нижние концы крайнего шпрейца и крайний шпрейц с панцирем. Для большей прочности и жесткости накладка имеет несколько больший размер, что дает возможность, изогнув края накладки, образовать бортики высотой, равной толщине рамы в поврежденном месте (бортики показаны штрихом). Накладка прикреплена двенадцатью винтами, имеющими перпендикулярное направление к плоскости рамы, и двумя винтами, параллельными к плоскости (показаны пунктиром). На наружной поверхности кромки накладки делают чеканку (сплющивание) с таким расчетом, чтобы кромки ограничивали сдвиг частей рамы в перпендикулярном направлении к плоскости.

Листовая сталь, применяемая для ремонта рам, должна обладать пластическими свойствами. Лучшим материалом является листовая холоднокатаная сталь № 3, 4. Этими же свойствами должна обладать сталь крепежных винтов, диаметр которых должен равняться 6—8 мм, а длина быть соразмерной общей толщине рамы с пластиной. Отверстия в накладке сверлят без резьбы, ее делают только в отверстиях рамы; разница между диаметрами винта и отверстия в накладке не должна превышать 0,1 мм.

Дальнейшая обработка рамы заключается в подготовке поверхностей к отделке и выполнении лицевой отделки, которые изложены выше.

Технология слесарной заделки трещин на шпрейцах аналогична технологии заделки трещин в раме.

Пайка трещин — процесс получения неразъемных соединений при помощи специальных сплавов, называемых припоями. Для осуществления пайки припой и основной металл нагревают до температуры, при которой первый должен расплавиться, а второй — находиться в твердом состоянии.

Для пайки разрушений в сером ковком чугуне, из которого отливаются фортепианные рамы, применяют латунь марки Л62 или специально приготовленные медно-цинковые припои марок ПМЦ-48 и ПМЦ-54 с пределом прочности 30—35 кг/мм².

Пайка указанными припоями получается довольно прочной и достаточно упругой, которая необходима для компенсации упругих деформаций, образующихся в раме при натянутых струнах инструмента.

Наибольшей пластичностью обладает латунь Л-62 и наименьшей — припой марки ПМЦ-48, так как он содержит меньшее количество меди (48%). Благодаря тому что температура плавления припоя ПМЦ-48 меньше, чем у остальных припоев, данный припой рекомендуется применять при пайке паяльником.

Механические показатели пайки, выполненной припоем Л-62 следующие: предел прочности на растяжение 40—43 кг/мм²; сопротивление срезу 20—21 кг/мм², предельная стрела прогиба шпрейца пианинной рамы до момента разрушения в точке, удаленной от места пайки на 700 мм, равна 8 мм. В качестве флюса при пайке припоем Л-62 следует применять буру или борную кислоту с добавлением 15—20% едкого или углекислого натрия.

Процесс пайки разрушенных мест чугунной рамы заключается в следующем: для лучшего проникания (разлива) расплавленного припоя сквозную трещину на раме раскрывают путем опиловки ромбическим напильником грубой насечки на глубину, равную 1/2 толщины разрушенной части рамы. Такую опиловку делают с двух сторон. Раскрытие трещины способствует надежной очистке поверхностей трещины от ржавчины, лучшему прониканию пламени горелки и припоя в трещину.

Заготовив из латунной проволоки прутки или нарезав из листовой латуни (Л-62) полосы шириной, равной длине трещины, стеклянной шкуркой № 8—10 очищают поверхности этих заготовок и подготавливают к употреблению флюс и 10%-ный раствор соляной кислоты. Затем зажигают газовую горелку и отрегулировав ее пламя, наносят на соединение поверхности флюс; припой расплавляют непосредственно в раскрытой трещине, хорошо нагревая поверхности трещины.

В процессе заливания трещины припоем нужно следить за тем, чтобы расплавленным припоем хорошо смачивались поверхности трещины, так как от этого в значительной степени зависит прочность пайки. Кроме того, необходимо следить за

чистотой соединяемых поверхностей; окисление или окаливание необходимо сразу же снимать.

Зная, что ацетиленовый газ с кислородом развивает температуру горения до 3100°С, а припой (Л-62) расплавляется при температуре 900—950°С и что цинк, содержащийся в припое при высокой температуре может испариться, температуру пламени горения следует держать в пределах 2000°С.

Чтобы расплавленный припой не доводить до кипения, пламя горелки нужно периодически отводить в сторону от припоя.

Прочность пайки зависит еще и от скорости диффузии припоя в основной металл и основного металла в припой. При увеличении скорости диффузии повышается прочность пайки, а эта скорость зависит от температурного режима пайки. Поэтому температуру расплавленного припоя и поверхностей трещин в раме необходимо поддерживать одинаковую и значительно выше температуры плавления припоя, т. е. в пределах 1400—1600°С.

Для лучшего разлива расплавленного припоя, раму устанавливают горизонтально, и пайку производят вначале с одной стороны, затем с другой, без промежуточного охлаждения металла.

После этого раму охлаждают постепенно во избежание образования деформаций и частичного нарушения прочности пайки и обычно в том помещении, в котором производилась пайка (воздушное охлаждение). Ни в коем случае раму не следует резко охлаждать водой или струей холодного воздуха.

После полного охлаждения рамы зону пайки очищают плоским напильником от нагара, заподлицо выравнивают место пайки и шлифуют наждачной шкуркой № 10—12.

Сварка-пайка чугунных рам — это особый вид сварочных работ, при котором основной металл (чугун) не доводят до расплавления, а в качестве присадочного материала применяют припой, температура плавления которого значительно ниже температуры плавления основного металла (чугуна).

Для сварки-пайки чугунной рамы трещину предварительно раскрывают. Припой (латунь Л-62) расплавляют в ковшике из нержавеющей стали и выливают в нагретую докрасна трещину, закрыв ее так, чтобы припой не вылился.

Припой (Л-62) можно расплавлять непосредственно в трещине. Для этого закрытую с трех сторон трещину заполняют припоем, затем соединяемые участки рамы докрасна нагревают и припой расплавляют.

В качестве флюса при этом способе сварки можно применять буру и смесь буры с борной кислотой.

Поверхность рамы охлаждают и обрабатывают так же, как и после пайки.

АКУСТИЧЕСКИЙ АППАРАТ

Основным звукообразователем роялей и пианино являются струны. Возбуждаемые ударами упругих молоточков, струны колеблются с частотой, соответствующей их массе и силе натяжения, издавая определенный звук. Вследствие того что поверхность каждой отдельной струны очень мала, в процессе колебательной работы она будет перемещать ничтожно малые массы окружающего воздушного пространства. Следовательно, собственный звук струн всегда будет слабым, быстро затухающим.

Этому еще способствует и явление так называемой «обратной связи». Колеблющаяся струна по ходу движения создает сжатие воздушной среды, а позади себя разрежение, но так как струна имеет правильную цилиндрическую форму, ничто не препятствует перетеканию воздуха из зоны уплотнения вокруг поверхности струны назад в зону разрежения. Воздух, заполняя этот вакуум, создает добавочное препятствие колебанию струны — быстрее гасит ее звучание.

Таким образом, не только в фортепиано, но и в любом струнном инструменте звучание самих струн настолько не интенсивно и слабо, что радиус слышимости ограничивается буквально 8—10 м от инструмента.

Поэтому неотъемлемой частью каждого струнного инструмента является механический усилитель — резонансовая дека (рис. 22). Колебания струн перетекают через упругие подставки на подвижной напружиненный резонансовый щит, последний приходит в движение с частотами самих струн, но так как излучающая поверхность этой упругой мембраны в сравнении со струнами много больше, то она создает перемещение (сжатие и разрежение) огромных масс воздуха вокруг себя. Таким образом, мы слышим звук многократно усиленным. Очень важно, что большая поверхность резонансовой деки создает естественную преграду между массами воздуха, сжимаемыми по одной ее стороне и разрежаемыми по другой. Благодаря этому здесь не имеет место явление обратной связи. Дека, раскачивающаяся значительно свободнее, дает сильное продолжительное звучание.

Представим, как акустический аппарат работает в целом. Когда молоточек, приводимый в движение пианистом, ударяет по струне, он тем самым передает струне запас кинетической энергии. Струна приходит в состояние колебательного движения; упругие волны распространяются от точки возбуждения вдоль струны, добегают до границ колеблющейся рабочей части и ударяют о порожки (струнный штабик рамы и первый штифт штега). Полученная струной энергия ищет разрядки. Частично, небольшими порциями, она излучается в окружающую воздушную среду, однако, основная масса энергии перетекает в под-

вижную упругую резонансовую дека. Дека, в свою очередь, получая импульсы от струны, начинает раскачиваться с заданной частотой и излучать колебания в пространство, постепенно затухая. Причины этого: во-первых, прекращение работы вибратора — струны, когда она израсходует весь запас приданной ей кинетической энергии, во-вторых, потери этой же энергии самой резонансовой декой, в значительной мере затрачиваемой на преодоление инертности самого материала деки (сопротивления

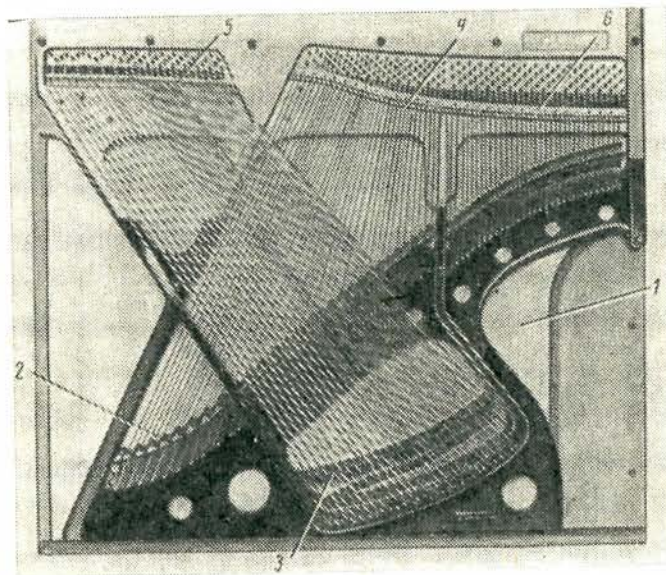


Рис. 22. Акустический аппарат пианино:

1 — щит резонансовой деки; 2 — дискантовый штег; 3 — басовый штег; 4 — дискантовый струнный штабик рамы; 5 — басовый струнный штабик рамы; 6 — каподастровая планка

межмолекулярных сил сцепления). Очевидно, резонансовая дека будет тем лучше выполнять свои функции, чем меньше плотность (инертность массы) ее материала и чем выше ее упругость. Только при этих условиях дека способна продолжительное время излучать в пространство звуковые колебания. Весьма важной особенностью резонансовой деки надо считать также ее свойство — одновременно воспринимать и усиливать звучание многих струн, множество тонов от самых низких басовых до самых высоких дискантовых.

Струны и их работа. Выше было уже сказано, что по своей природе струны близки к стержневым телам. Но в отличие от массивных стержней, обладающих собственной высокой упругостью и звучащих в свободном состоянии (камертоны, угольники, ксилофоны), струны имеют ярко выраженное преобладание

длины над толщиной, т. е. приближаются к гибким нитям, приобретающим упругость (а следовательно, и способность звучать) только в том случае, когда получают большое натяжение.

Свойства колеблющихся струн удобно проверить при одновременном испытании двух струн, одна из которых имеет все размерности, а именно длину (l), диаметр (d), плотность материала (ρ), силу натяжения (p) неизменными, постоянными. Такая струна является эталоном. Вторая струна при каждом опыте изменяется одним из своих параметров, остальные данные совпадают с эталоном.

Опыт первый. Берут две струны, сделанные из одного материала, одинаковой длины и одного диаметра; им дают одинаковую силу натяжения. Очевидно, они будут издавать один и тот же звук. Если под опытную струну подставить по середине ее длины порожек (подставку), т. е. как бы разделить ее на две равные половины, то, возбуждая каждую из этих частей, мы получим тон, на октаву выше первоначального тона целой струны. Можно сделать другой опыт — установить опытную струну, у которой диаметр, плотность материала и сила натяжения будут равны эталону, но длина будет в два раза больше эталона. Такая струна даст тон на октаву ниже эталонной.

Выводим первый закон колебания струн: *число колебаний струны при прочих равных условиях обратно пропорционально длине ее рабочей части.*

Опыт второй. Берем две струны одной длины, сделанные из одного материала, но разной толщины; дадим им одинаковое натяжение. Мы увидим, что опытная струна с большим диаметром будет давать тон ниже, чем эталонная струна; в силу увеличения массы и, следовательно, ее инертности. Отсюда второй закон колебания струн: *число колебаний струны при прочих равных условиях обратно пропорционально ее толщине (диаметру).*

Опыт третий. Берем две струны одинаковой длины и диаметра, из одного материала, но даем им разное натяжение. Мы заметим, чем больше увеличивается натяжение опытной струны, тем выше она издает тон. Нетрудно убедиться в одной особенности: для того чтобы опытная струна дала тон на октаву выше первоначального тона, ее надо натянуть с силой в 4 раза большей натяжения эталона. Формулируем третий закон колебания струн: *число колебаний струны при прочих равных условиях прямо пропорционально корню квадратному из силы натяжения.*

Опыт четвертый. Берем две струны одинаковой длины и диаметра, но сделанные из материалов разной плотности, даем одинаковое натяжение. Мы сразу увидим, что опытная струна, сделанная из более тяжелого материала, т. е. имеющая, следовательно, большую жесткость, будет звучать ниже эталонной, даст меньшую частоту колебаний. Отсюда четвертый закон колеба-

ния струн: *число колебаний струны при прочих равных условиях обратно пропорционально корню квадратному из плотности материала.*

Эти законы достаточно точно характеризуют работу струн и позволяют правильно рассчитывать струнную одежду музыкальных инструментов.

Физик Тейлор объединил все эти законы в одну формулу, более удобную практически для расчетов.

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{4p \cdot g}{\pi d^2 \rho}}$$

где $\frac{\pi d^2 \cdot \rho}{4}$ — масса струны на 1 пог. см длины, выраженная в граммах;

g — ускорение тела при свободном падении = $981 \frac{г \cdot см}{сек^2}$.

Таким образом, струны, подобно другим физическим телам по мере изменения своей массы, выраженной длиной или диаметром, могут колебаться с самым большим диапазоном частот. Только для получения низких звуков басового регистра надо иметь струны большой массы и тяжести, а для высоких дискантовых тонов, где число колебаний достигает 3000—4000 в секунду, надо чтобы струны были тонкими, легкими с очень малой массой.

Для длительного сохранения инструментом сильного, певучего тона, т. е. сохранения хороших рабочих качеств акустического аппарата, нужно всеми средствами добиваться равномерного распределения сил натяжения струн по всему звуковому диапазону. Такого равномерного распределения сил натяжения струн можно добиться, если соединить первый и второй законы колебания струн, т. е. нарастание массы струн по мере понижения звуков не только за счет длин, но и за счет увеличения диаметров. Поэтому во всех пианино и роялях толщина струн постепенно увеличивается от дисканта в сторону тенорового регистра, а в басовом регистре струны делают с гибкой спиральной навивкой из мягкой медной или железной проволоки. Таким путем удается значительно сократить длины струн, сохраняя их достаточные массы для получения тонов с малыми числами колебаний, а сами инструменты получаются компактными.

Струны роялей и пианино работают в основном на растяжение с постоянной силой в пределах 70—150 кг, но помимо того подвергаются дополнительной динамической перегрузке от ударов молотков и от перетяжки во время настройки. Поэтому материал струн должен быть очень высокой прочности. Здесь целесообразно применять стальную проволоку, содержащую 0,8—0,9% углерода, 0,3—0,6% марганца, повышающих вязкость металла. Проволока должна иметь очень высокий предел сопротивления разрыву, который в хороших образцах достигает

190—220 кг/мм². Не менее важно, чтобы струны обладали хорошей вязкостью и минимальной хрупкостью, так как концы струн приходится скручивать в петли и кольца при закреплении на опорах. Струны, изготовленные из материала с недостаточной пластичностью, не выдержат и первого натяжения. Практически степень вязкости проверяют, скручивая проволоку, сложенную вдвое; хорошая вязкость характеризуется тем, что проволока дает без разрыва не менее 20 переплетений на протяжении 100 мм.

Совершенно недопустимо также применение струнной проволоки овальной или эллиптической формы в поперечном сечении. Если проволока не имеет правильной цилиндрической формы — это значит, что в двух диаметральных направлениях масса струны неодинакова. Струна с таким дефектом будет колебаться с разными амплитудами (размахами) соответственно распределению массы и давать одновременно две различные частоты, то есть будет заметно фальшивить на слух. По техническим условиям предельная величина разности диаметров проволоки в двух направлениях не должна превышать 0,005 мм.

Хорошая струнная проволока должна быть тщательно отполирована до зеркального блеска, чтобы предотвратить коррозию. Заводы выпускают струнную проволоку по установленному калибру, т. е. с постоянными номерами, диаметрами и техническими характеристиками (табл. 3).

Мензура струн — это совокупность всех размеров струн в объеме звукового диапазона фортепиано. Сюда входят следующие параметры: число колебаний каждого тона, объем звукового диапазона, распределение количества хоров по регистрам, длина, диаметр и натяжение струн, напряжение в материале струн, выбор линии удара молоточков на струнах и планировка всей струнной одежды на резонансовой деке и металлической раме.

Звуковой диапазон фортепиано в настоящее время стабилизировался; для бытовых малогабаритных роялей и пианино типичен диапазон в 7 октав, от ноты *ля* субконтроктавы до ноты *ля* четвертой октавы, т. е. 85 тонов. В больших роялях обычно применяют диапазон 7¹/₄ октав от ноты *ля* субконтроктавы до ноты *до* пятой октавы, или 88 тонов.

Некоторые конструкторы увеличивают звуковой диапазон до 90 тонов, добавляя вниз еще два тона — *соль* и *си-бемоль* субконтроктавы (фабрики Ибах, Безендорфер).

Число колебаний для каждого тона зависит от двух факторов — уровня строя (камертона) и принятой системы настройки. Международный стандарт уровня музыкального строя, принятый в 1936 г., устанавливает число колебаний ноты *ля* первой октавы (средней ноты звукового диапазона) равным 440 гц (колебаний в секунду).

Таблица 3

Номер по калибру	Диаметр, мм	Вес 1 м проволоки, г	Временное сопротивление разрыву, кг/мм ²	Разрывное усилие на струну, кг
13	0,775	3,76	255	120
13 ¹ / ₂	0,800	4,00	250	125
14	0,825	4,25	245	130
14 ¹ / ₂	0,850	4,52	240	137
15	0,875	4,79	240	145
15 ¹ / ₂	0,900	5,06	240	152
16	0,925	5,35	240	160
16 ¹ / ₂	0,950	5,64	235	167
17	0,975	5,94	235	175
17 ¹ / ₂	1,000	6,25	235	182
18	1,025	6,57	230	190
18 ¹ / ₂	1,050	6,89	230	197
19	1,075	7,22	225	205
19 ¹ / ₂	1,100	7,56	225	215
20	1,125	7,91	225	225
20 ¹ / ₂	1,150	8,27	225	235
21	1,175	8,63	225	245
21 ¹ / ₂	1,200	9,00	225	255
22	1,225	9,38	225	265
22 ¹ / ₂	1,250	9,77	220	275
23	1,300	10,56	220	290
23 ¹ / ₂	1,350	11,39	220	310
24	1,400	12,25	210	320
24 ¹ / ₂	1,450	13,14	210	340
25	1,500	14,06	210	370
25 ¹ / ₂	1,550	15,02	210	390
26	1,600	16,00	210	425

Уже более двухсот лет во всем мире существует одна система настройки — строй равномерной темперации. Сущность его в том, что в пределах звукоряда — октавы все интервалы между соседними тонами выравнены и представляют собой как бы равные ступени лестницы с одинаковым шагом при ходах вверх и вниз. Каждая нота — ступень отличается от ступеней выше или ниже расположенных на стандартную величину — *множитель темперации*, равный 1,0595.

Поскольку частота колебаний ноты $a_1 = 440$ гц взята по стандарту, можно вычислить частоты всех остальных звуков диапазона:

$$\begin{aligned}
 \text{ля-бемоль}_1 & \dots \dots \dots = 440 : 1,0595 = 415,38 \text{ гц} \\
 \text{ля}_1 & \dots \dots \dots = 440 \text{ гц} \\
 \text{си-бемоль}_1 & \dots \dots \dots = 440 : 1,0595 = 466,16 \text{ гц} \\
 \text{си}_1 & \dots \dots \dots = 466,16 : 1,0595 = 493,84 \text{ гц и т. д.}^*
 \end{aligned}$$

* Более подробно о темперации см. стр. 187.

Определив таким образом частоты всех тонов диапазона, можно рассчитать основные размеры струн — длину и диаметр. Но прежде необходимо определить объем басового регистра различных типов роялей и пианино, так как струны с навивкой, то есть с искусственно увеличенной массой, рассчитывают другим способом.

Опытом установлено, что чем больше протяженность акустического аппарата фортепиано и чем более резко возрастает масса струн за счет увеличения длины (например, в концертных роялях), тем меньше нужно струн с навивкой и тем они должны быть тоньше. Наоборот, в малогабаритных инструментах короткие струны вызывают необходимость для образования низких частот басового регистра наращивать массу, как расширением объема регистра струн с навивкой, так и заметным увеличением их толщины. Данные распределения струнных хоров по регистрам можно свести в таблицу.

Таблица 4

Вид инструмента	Общее количество струнных хоров	Количество струнных хоров с навивкой	Количество гладких струнных хоров
Концертный рояль	88	17—19	71—69
Салонный рояль	88	20—23	68—65
Малый кабинетный рояль	85—88	26—27	59—61
Большое кабинетное пианино	85—88	27—28	58—60
Малое кабинетное пианино	85	30—32	55—53

Длительная экспериментальная работа мастеров и конструкторов над мензурами роялей и пианино, их стремление найти такое соотношение всех размеров струн, которое всегда давало бы качественное звучание инструментов любых моделей, привели к тому, что в начале нашего столетия ряд ведущих специалистов (Ганзиг, Юнгханс, Уолфенден) выработали единые принципы построения мензуры. Было установлено, что в каждом акустически совершенном инструменте крайняя дискантовая струна (нота *до* пятой октавы) имеет длину 51—52 мм и диаметр 0,775—0,800 мм. Эти данные и были приняты за основу.

Конструктор Ганзиг предложил коэффициент $K_1 = 1,875$, т. е. каждый раз при ходе по октавам удвоенную длину укорачивать на $1/16$, компенсируя эту потерю массы увеличением диаметра струны на $16/15$. Было признано, что в фортепиано средних габаритов объем струн басового регистра должен быть равен 28 струнным хорам; следовательно, диапазон гладких стальных струн занимает 60 струнных хоров (в пределах нот: *до* большой октавы — *до* пятой октавы).

Пользуясь предлагаемым способом, получим ходами по октавам следующие длины гладких струн, мм:

- C_5 — 52
- C_4 — 97,5
- C_3 — 182,8
- C_2 — 342,75
- C_1 — 642,66
- C — 1205,0

Но конструктору важно найти длины всех струн диапазона, а не отдельные контрольные точки.

Ганзиг считает, что длины гладких стальных струн от тона к тону должны нарастать по закону геометрической прогрессии. Он вывел следующую формулу, определяющую коэффициент увеличения длины струн по смежным тонам

$$K_2 = \sqrt[n]{\frac{z}{a}}$$

где n — количество струнных хоров в промежутках между первой и последней гладкими струнами;
 a — длина 88-й струны;
 z — длина 29-й струны.

Подставляя известные данные, получим:

$$K_2 = \sqrt[60]{\frac{1205}{52}} = 1,0538.$$

Именно этот коэффициент и лежит в основе расчета мензуры гладких струн. Задаваясь длиной любой струны тенорового или дискантового регистра, ее умножают на K_2 при ходе сверху вниз (от дискантовой части к теноровой) или делят на K_2 при ходе от тенорового регистра к дискантовому, получая, таким образом, длину следующей струны.

Диаметры гладких стальных струн определяют, исходя из основного принципа равномерного распределения силы натяжения струн по всему диапазону, т. е. сила натяжения P постоянна для любого номера струнного хора. Эту силу вычисляют по формуле Тейлора

$$P = \frac{l^2 d^2 f^2 \pi \rho}{g}$$

За основу берем известные характеристики крайней дискантовой струны ноты *до* пятой октавы, которые по Ганзигу дают $l_{88} = 52$ мм, $d_{88} = 0,800$ мм.

Подставив в формулу эти значения, получим:

$$P = \frac{5,2^2 \cdot 0,08^2 \cdot 4185,6^2 \cdot 3,14 \cdot 7,85}{981} = 75,4 \text{ кг.}$$

Мы приняли условие, что сила натяжения постоянна по всему диапазону, т. е. $P_{88}=P_{87}=P_{86}=P_{85} \dots P_{29}=\text{const}$ (постоянной) = 75,4 кг.

Следовательно, мы можем приравнять и правые части уравнений для любых номеров струн:

$$\frac{l^2 d^2 f^2 \pi \rho}{g} = \text{const.}$$

Однако, если произведение ldf состоит из переменных величин, то π и g имеют постоянное значение и на решение уравнения влияния не оказывают. Можем написать упрощенно:

$$ldf = \text{const.}$$

Пользуясь характеристиками 88-й струны, получим $ldf = 5,2 \cdot 0,08 \cdot 4185,6 = 1740 \text{ см}^2 \cdot \text{гц} = \text{const}$. Отсюда, чтобы узнать диаметр любой гладкой стальной струны, достаточно в уравнение $d = \frac{1740}{lf}$, подставить известную для каждого звука частоту и вычисленную заранее длину струны l , чтобы получить искомое d .

Длину и диаметр струн басового регистра определяют иным способом.

Для струн с большой массой, особенно с резко увеличенной толщиной, возникает опасность негармоничности звучания. Происходит это потому, что струны с навивкой имеют чрезмерную жесткость, даже если эта навивка сделана из достаточно пластичного материала, как химически чистая медная проволока и, следовательно, негибкость струны лишает ее возможности свободно колебаться, т. е. воспроизводить чистый основной звук. Из-за этого звук басовых струн делается грубым, некрасиво окрашенным. Но ведь утолщение струн с навивкой вызывается необходимостью получить за счет массы низкие тона.

Отсюда вытекает единственно возможное правило проектирования. Независимо от принятых по проектному заданию габаритных размеров клавишного инструмента длины басовых струн должны быть выполнены максимально большими, до пределов заполнения внутреннюю протяженность корпуса. В частности, первая басовая струна (нота A_2) должна иметь точку отсечки ее рабочей части на первом штеговом штифте, отстоящей от задней (нижней) кромки резонансового щита не более чем на 150 мм в малогабаритном пианино и порядка 280—300 мм в большом рояле. Длина последней басовой струны берется меньше длины первой гладкой теноровой струны на 40—60 мм, исходя из того, что это укорочение компенсируется увеличением массы за счет навивки. Длины всех промежуточных басовых струн определяют по формуле, предполагающей, что законом

изменения их длины будет служить уравнение прямой линии:

$$l_n = \frac{kl_1 - l_k}{k-1} - \frac{l_1 - l_k}{k-n} \cdot n,$$

где l_1 — длина басовой струны;
 l_k — длина последней струны;
 k — число хоров басовых струн;
 n — порядковый номер струнного хора.

Расчет диаметров навитых басовых струн ведут по формуле Тейлора, преобразованной для натяжений и дополненной обозначением массы навивки:

$$p = \frac{l^2 f \pi}{g} [d^2 \rho + \pi d_1 \rho_1 (d + d_1)] [\text{кг}],$$

где d — диаметр стального керна;
 ρ — плотность стальной проволоки = 7,85 г/см³.
 d_1 — диаметр проволоки навивки;
 ρ_1 — плотность медной проволоки = 8,7 г/см³.

Выше было сказано, что массивные струны с навивкой, обладая повышенным механическим сопротивлением, будут весьма инертными к колебаниям, следовательно, если им давать натяжение на основе закона $P = \text{const}$, принятого для гладких стальных струн, мы получим вялый звук ослабленной мощности, чрезвычайно бедный обертонами. Очевидно, басовые струны с резко увеличенной толщиной надо натягивать значительно сильнее гладких, только тогда они приобретут достаточную упругость и красивое мощное звучание. Практикой установлено, что самые массивные одинарные струны субконтроктавы и контроктавы должны иметь натяжение в пределах 90—100 кг; далее в районе большой октавы идет нарастание натяжения до 110—120 кг, затем оно снижается к концу басового регистра до 80—85 кг. Таким образом, задача по расчету басовых струн сводится к тому, что в формулу подставляют (вычисленную заранее) длину струны и подбирают диаметры керна и навивки так, чтобы получить необходимую величину натяжения. Обычно диаметры стальных кернов берут в пределах 1,400—0,850 мм, диаметры медной проволоки для навивки 1,7—0,3 мм. На чистоту звучания басовых струн большое влияние оказывает плотность прилегания навивки к керну. Так как на самых массивных струнах района субконтроктавы и частично контроктавы расчетная толщина навивки становится весьма большой, возникает опасность неплотности обвивания. Это всегда проявляется в тупом, дребезжащем звуке. Дефект можно предотвратить, делая двойную навивку: сначала керны обвивают тонкой медной проволокой диаметром 0,4—0,8 мм, затем эту первую навивку перекрывают более толстой проволокой, которая будет теперь плотно прилегать к основанию по всей длине.

Выбор места удара молотков на струнах связан с понятием о спектре звука струн. Каждая струна, приводимая в движение силой удара, смычком или щипком, колеблется весьма сложно. Прежде всего она целиком отклоняется от первоначального положения вверх и вниз, образуя веревочную линию движения с пучностью (максимальной амплитудой) посередине и нулевыми смещениями по концам. Такое колебание дает основной тон струны. Но приложение возбуждающей силы в любой точке струны неизбежно вызывает упругие деформации самого материала струны. Это явление не проходит бесследно; деформа-

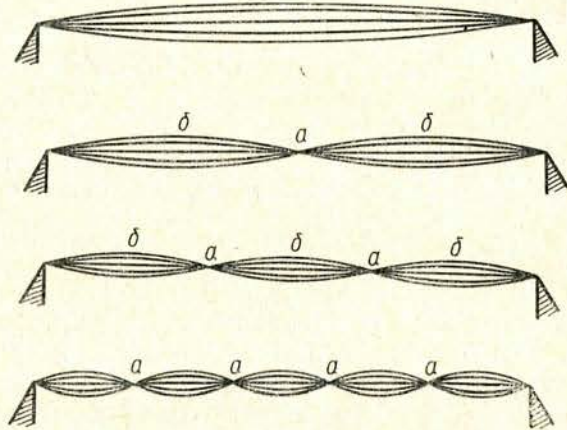


Рис. 23. Форма колеблющейся струны:
а — узлы волн; б — пучности волн

ция материала (изгибы и скручивание) заставляет гибкую нить струны делиться на отдельные участки, разграниченные между собой узлами и вибрирующие со своими частотами одновременно с основным тоном. Каждый такой частичный тон подчиняется первому закону колебания струн, т. е. его высота будет обратно пропорциональна протяженности участков дробления струны. Эти добавочные тона или призвуки лежат выше основного тона и, находясь с ним в кратных, гармоничных отношениях, называются *обертонами*.

Если частоту основного тона принять за единицу, обертоны расположатся как ряд чисел 1—2—3—4—5—6—7—8 и т. д. с соответственно возрастающими частотами и убывающими амплитудами, а следовательно, и громкостью (рис. 23).

Совокупность основного тона и обертонов называется *спектром* звука. Это явление образования звука сложной структуры надо считать фактором весьма положительным, так как механическое колебание упругого тела приобретает живое, окрашенное, богато насыщенное обертонами художественное

звучание. Чем больше спектр звука содержит обертонов, тем он полнее, приятнее для слуха.

Физик Юнг вывел такой закон: если возбуждать струну в какой-либо точке, то в этой точке может возникнуть только пучность и не может образоваться узел (нулевая амплитуда). Из этого положения можно сделать вывод, что выбор места удара молоточка по струне прямо влияет на форму ее колебания, т. е. на состав обертонов, окраску, полноту тона.

Например, возбуждая струну точно посередине длины выключим, по закону Юнга, из спектра звука все четные обертоны 2—4—6—8 и т. д., узлы которых приходятся на эту точку, т. е. как раз самые сильные и яркие; звук будет резко обеднен красками, получится мертвым. Перемещая точку удара на одну треть длины струны, выключаем нечетные обертоны, кратные 3—6—9—12, состав спектра получается значительно богаче.

По мере удаления от середины струны и приближения точки удара к краю, все меньше выключается обертонов и все богаче делается спектр звука, а тембр получается ярким, насыщенным усиленными частичными призвуками.

Уже давно выработалось правило возбуждать струны басового регистра на $\frac{1}{8}$ длины их рабочей части, струны тенорового регистра (перехода) на $\frac{1}{9}$ длины и в крайнем дискантовом регистре точку удара приближать до $\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{24}$ длины (для нот $ля_4$ и $до_5$). Короткие дискантовые струны дают обычно настолько слабый пустой звук, что только предельным смещением точки возбуждения к краю струны достигают обогащения спектра обертонами, создающими впечатление более громкого округлого тона. *Совокупность точек возбуждения на всех струнах называется линией удара.*

Закрепление струн является также очень ответственной операцией, так как каждая струна рояля или пианино для выполнения своих функций вибратора (возбудителя звука) должна иметь прочное закрепление на жестких опорах, чтобы при высоких статических и динамических нагрузках она устойчиво держала строй.

Для совмещения таких задач как двигательная, колебательная работа и прочное неподвижное закрепление, струна должна делиться опорными конструкциями на части (рис. 24): конец струны, не участвующий в звукообразовании, закрепляют петлей на прочном штифте подструнной пластины металлической рамы, далее струна переходит на штег резонансовой деки. Чтобы струна могла без потерь отдать запас возбуждаемой в ней колебательной энергии подвижной резонансовой деке, она должна быть прочно прикреплена к поверхности штега. Для этого на опорной плоскости штега (по ходу струны) устанавливают два стальных штифта. Штифты вставлены в штег не вертикально, а наклонно под углом 60—70°, как бы расходясь

в стороны. Благодаря этому струна, огибающая оба штифта снаружи, соскальзывает по их наклонным поверхностям и плотно прижимается к опорной площадке штега. Так как струна охватывает эти штифты с противоположных сторон, она перегибается в поперечном направлении, отклоняясь от первоначального пути на величину, равную сумме диаметров одного штифта и самой струны. Этот поперечный изгиб в плоскости штега называется «шранком» и именно он создает такое заклинивание струны на штеге, которое окончательно отсекает колеблющуюся часть струны, от неподвижной нерабочей части на штеге и позади него.

Второе закрепление и разделение струны в передней ее части делают обязательно на неподвижной жесткой опоре — вирбельном панцире металлической рамы.

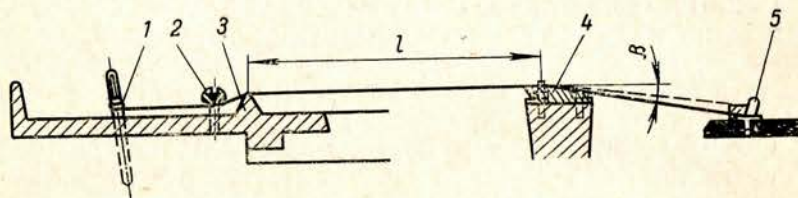


Рис. 24. Крепление струны:

1 — вирбель; 2 — каподастровая планка; 3 — струнный штабик; 4 — опорная площадка штега; 5 — струнный штифт на пластине рамы; l — рабочая часть струны

В большинстве пианино применяют литой (вместе с рамой) штабик, представляющий собой трехгранное ребро высотой 10—12 мм в диапазоне гладких струн и 18—20 мм в басовом регистре. На этот штабик и ложатся струны. Чтобы отделить рабочие части струн от нерабочих, позади штабика на струны сверху накладывают нажимную планку — каподастр. При помощи большого количества шурупов планка надавливает на струны и отжимает их вниз под углом 15—18°, прочно прижимая струны к штабику и полностью ликвидируя таким образом опасность движения струн на самой опоре, а следовательно, и утечки колебаний за пределы штабика.

Передний конец струны закрепляют в вирбеле, пропуская его через сквозное отверстие в головке и накатывают тремя плотными кольцами вокруг стержня.

Вирбели забивают в отверстия, заранее высверленные в массиве вирбельбанка.

Так как вирбели и рамные штифты работают как миниатюрные консольные балки, силы натяжения струн стремятся их изогнуть, вытянуть из закрепления. Чтобы это предотвратить, вирбели и рамные штифты устанавливают не вертикально, а с уклоном против хода струны; для вирбелей создается угол порядка 80°, для штифтов — 60—70°.

Струны в роялях закрепляют почти так же, как и в пианино, за исключением устройства отсечки в передней части. Здесь в основном применяют особые винты — аграфы, изобретенные Эраром. Каждый аграф представляет собой массивный короткий винт из высококачественной латуни с мелкой метрической резьбой; вместо обычной головки сверху у аграфа отфрезерована плоская вертикальная стенка, в которой на высоте 6 мм от основания головки высверлены отверстия диаметром 1,5—1,8 мм для пропуска струн. Чтобы обеспечить точную отсечку струн внутри стенки аграфа, отверстия раззенкованы с обеих сторон на глубину до 2 мм, образуя подобие миниатюрного штабика. Площадка, на которой укрепляются аграфы, на крае вирбель-

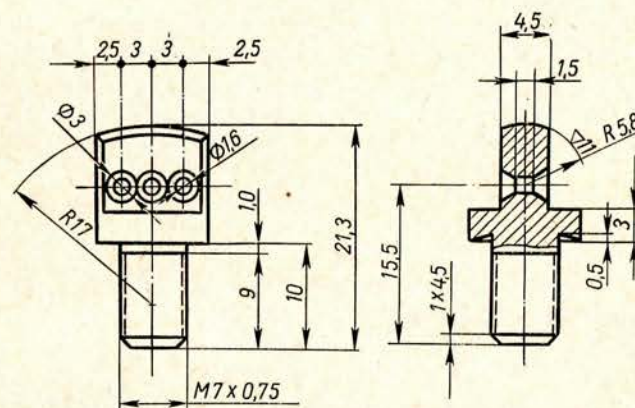


Рис. 25. Аграф рояля

ного панциря опущена несколько ниже уровня установки вирбелей, благодаря чему струны, пропущенные через аграфы, перегибаются в них и идут вверх к вирбелям под углом порядка 18°, обеспечивая таким образом хорошую отсечку струн. Кроме того, аграфы точно распределяют интервалы между отдельными струнами и струнными хорами (рис. 25).

В настоящее время многие фортепианные фабрики применяют аграфы в пианино. Однако конструкция их немного отлична: здесь у каждого аграфа, помимо стенок с отверстиями, имеется небольшой струнный штабик, доходящий по высоте до центров струнных отверстий. Это значит, что перегиб и отсечка струн создаются в самом аграфе. Различные конструкции вызваны тем, что в пианино вирбели и аграфы всегда расположены в одной плоскости вирбельного панциря рамы (рис. 26).

Дефекты струн и струнной одежды возникают от различных причин, которые можно подразделить на следующие основные группы.

Образование налета ржавчины на стальной струнной проволоке, вибрелях и штифтах под влиянием длительного воздействия влажного воздуха или сырости—явление вредное для струн, так как в результате активного окисления в них образуются частые и глубокие раковины. Такие струны легко обрываются при настройке или игре. Ржавчина на нарезной части вибрелей влечет за собой довольно заметное ослабление их посадки в вирбельбанке, кроме того, ржавые вирбели поворачиваются ключом не плавно, а рывками, что затрудняет настройку.

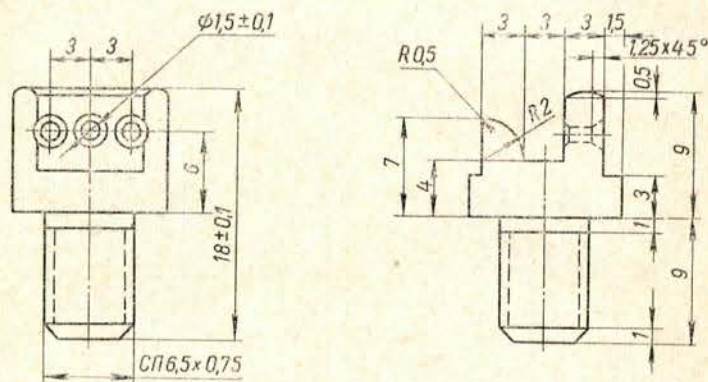


Рис. 26. Аграф пианино

Усталость металла— потеря прочности материала струн, длительное время работающих постоянно на пределе упругости. Постепенно в слабом месте металл струны начинает вытягиваться, образуя сужения. Резко возрастающее напряжение материала при сильных ударах молотками влечет за собой обрывы струн.

Овальность струнной проволоки— также нежелательна; такие струны всегда будут фальшивить, их невозможно чисто настроить.

Ослабление и коррозия навивки басовых струн— на басовых струнах часто ослабляется навивка, они глухо звучат или приобретают дребезжащие призвуки. Навивка из медной или железной проволоки, будучи облита жидкостью или длительное время подвергавшаяся влиянию влажного воздуха, постепенно окисляется; такие басы теряют звонкость, становятся глухими.

Ослабление держания строя— всегда имеет одну причину— деформацию древесины от постоянного давления вибрелей. Отверстия в вирбельбанке приобретают постепенно овальную форму, вирбели оттягиваются струнами вниз так, что появляется равнодействующая сила, стремящаяся выдернуть вирбели из гнезд. Инструмент перестает держать строй.

Ослабление давления каподастровых пластинок— постепенное вытягивание шурупов из вирбельбанка и поднятие каподастров вверх, в результате чего угол перегиба струн за штабиком рамы становится близким к нулю. В этом случае отсечка струн почти ликвидируется, их колебательная энергия свободно перекачивается через штабели и уходит в опоры; инструмент перестает звучать.

Износ аграфов— результат постоянного давления и трения при настройке стальных струн о тонкую перемычку в стенке латунных аграфов. От этого уменьшаются углы перегиба струн; кроме того, струна в деформированном отверстии аграфа приподнимается выше общей плоскости струн хора, будет возбуждаться молоточком позднее, с значительно меньшей силой, чем остальные струны хора.

Ремонт струнной одежды для любого вида струнных работ начинается с простейшей замены оборванных струн. Для этого необходимо иметь ключи для настройки: основной, с длинной рукояткой и вирбельным отверстием в виде «звездочки» и подсобный, предназначенный главным образом для подстройки струн, расположенных вблизи шпрейцев рамы или стенок корпуса, а также для струнных работ. Этот ключ имеет удлиненный стержень рабочей части (около 120—130 мм) и поперечную рукоятку, придающую ключу форму буквы Т. Гнездо для насадки вирбеля в этом ключе квадратное. Для удаления обрывков старых струн и наклейки новых требуются также плоскогубцы, острогубцы, отвертки, стальная оправка для забивки вибрелей и микрометра.

При работе со струнами корпус пианино должен быть освобожден от съемных частей: верхней и нижней рамы, клапа; крышка должна быть откинута назад. Затем необходимо удалить молоточковый механизм. Для этого надо отвинтить кнопки, прижимающие стойки механизма к упорным болтам, а в старых пианино, где стойки механизма опираются на деревянные упорные бруски, достаточно повернуть завертки вертикально; механизм выйдет из корпуса и его можно отставить в сторону.

В рояле при мелких струнных работах можно ограничиться поднятием крышки на штиц и выдвиганием пюпитра.

Замена оборванных струн начинается с удаления оборванной струны, для чего ее надо вытащить из-под каподастровой планки или из аграфа, захватить конец струны плоскогубцами и поворачивать ее вокруг вирбеля против часовой стрелки до полного разматывания. Отдельные концевые петли снимают с разных штифтов вручную или плоскогубцами, для чего одной рукой конец струны поворачивают вправо и влево, а отверткой, подsunутой под петлю, приподнимают вверх, стаскивая со штифта. Обрывок струны промеряют микрометром. Оборванную струну надо заменить струнной проволокой равного калибра

(диаметра); в крайнем случае, при отсутствии нужного номера проволоки, можно поставить струну на $\frac{1}{2}$ номера тоньше или толще. Если оборванная струна отсутствует, можно измерить соседние струны микрометром.

При обрыве большого количества струн, когда трудно восстановить порядок первоначального распределения номеров проволоки, можно сделать расчет по вирбелям или штеговым штифтам, идя от крайнего 88-го или 85-го дискантового хора влево. Обычно номера струн распределены так:

№ 13 — 4 хора
 № 13 $\frac{1}{2}$ — 6 хоров
 № 14 — 6 хоров

и т. д. по 6 хоров до номера 18 $\frac{1}{2}$; далее идет по 4 хора на каждый номер проволоки и заканчивается теноровый регистр струнами номер 20, 21 по 2 хора каждого номера.

Иногда на вирбельном панцире или на штеге номера струн бывают подписаны, что облегчает задачу восстановления струнной одежды. Если вирбели сидят в вирбельбанке плотно, то при замене струн не следует вывинчивать их из вирбельбанка целиком, так как при вывинчивании вирбели раскачиваются и сильно сминают древесину, в результате ослабевает их посадка в вирбельбанке. Вполне достаточно повернуть их ключом против часовой стрелки на 3—4 оборота, установив струнное отверстие в головке по ходу струны.

В современных роялях и пианино применяют только двойные струны, представляющие собой один кусок проволоки, обернутой вокруг штифта на раме, а далее раздваивающийся на две струны, закрепленные каждая в своем отдельном вирбеле. Такая система дает значительную экономию струнной проволоки и требует меньшей затраты времени при наладке струн. Но есть и минус — при разрыве одной струны выходит из строя вторая, что заметно сказывается на звучании хора в целом. Все же преимущества двойных струн настолько велики, что этим недостатком пренебрегают.

В старых роялях и отчасти пианино встречается система одинарных струн, когда каждая струна в хоре заканчивается индивидуальной петлей и надета на свой отдельный штифт. Впрочем, стремление уменьшить потери звучности из-за обрыва струн заставляет делать и в новых концертных роялях индивидуальные струны (рис. 27).

Накладку новых двойных струн начинают с отматывания от свертка струнной проволоки куска нужного размера, примерно равного длине двух струн. Конец проволоки просовывают сначала через струнный штабик под каподастровую планку, а затем в отверстие вирбельной головки так, чтобы он вышел с другой стороны на 0,5 мм. После этого ключом поворачивают вирбель по часовой стрелке, следя за тем, чтобы проволока лежи-

лась плотными витками на стержень вирбеля. Достаточно сделать три витка, затем проволоку проводят через пару штеговых штифтов, огибают рамный штифт и ведут обратно по ходу другой струны, через ее штеговые штифты; протягивают проволоку до второго вирбеля и, перепустив за него на 7—7,5 см, отрезают кусочками. Затем повторяют ту же процедуру пропуска проволоки через штабик и каподастр (или аграф) и закрепления ее в вирбеле. Когда обе струны поставлены, остается сжать кольца в вирбелях, для чего слегка ослабив натяжение ключом, кольца приподнимают стальным крючком или отверткой, при-

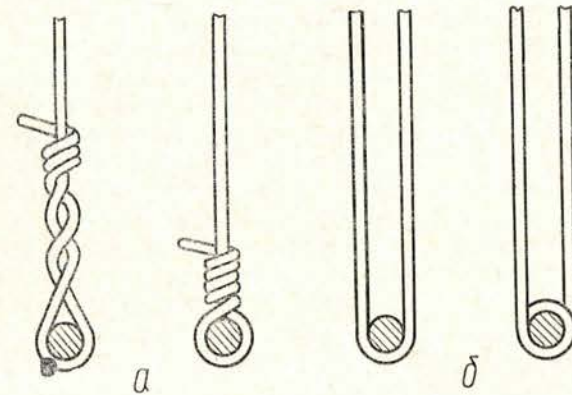


Рис. 27. Способы закрепления струн на раме:
 а — индивидуальной петлей; б — обвивание штифта парной струной

жимая их к кончику струны, затем натягивают струну окончательно. Конец струны на рамном штифте надо осадить вплотную до поверхности пластины ударами молотка по наставленной отвертке. Очень важно для устойчивости строя проверить плотность прилегания верхнего полукольца струны к вирбелю; если уголок сгиба полукольца отстает от поверхности вирбеля, его надо прижать плоскогубцами. После этого струны настраивают слегка выше уровня данного тона в расчете на то, что материал струн будет некоторое время вытягиваться. Струны с индивидуальными петлями ставят так же, за исключением того, что на конце проволоки, отмотанной из расчета на одну струну, делают концевую петлю. Для этого можно использовать любой доступный рамный штифт, а если работа делается в условиях мастерских, то пользуются специальным стальным крючком диаметром 3,5—4 мм, вбитым в кусок крепкой древесины. Проволоку вручную обматывают вокруг штифта и затем 3,5 оборотами вокруг самой себя плотными витками, оставив конец длиной 4 мм, предохраняющий петлю от самораскручивания.

В старых инструментах довольно часто встречается плохое держание строя из-за чрезмерной усушки или смятия древесины вирбельбанка. Достаточно заменить вирбели большими номерами, чтобы снова обеспечить устойчивость строя. Фабрики обычно ставят тонкие вирбели диаметром 6,5—6,75 мм, такие вирбели надо заменить более толстыми, диаметром 7—7,10 мм. Если выработка древесины очень велика, ставят вирбели предельного диаметра — 7,4—7,5 мм. Если такие вирбели не обеспечивают строй, надо вирбельбанк заменить. При штучной замене вирбелей струну осторожно спускают, поворачивая вирбель ключом против часовой стрелки, и вытягивают ее конец из вирбеля. Вывинтив вирбель, замеряют его размер (диаметр и длину) и промеряют шилом или проволокой глубину сверления вирбельбанка. В пианино и роялях старых марок применяли короткие вирбели длиной 50 мм и соответственно мелко сверлили отверстия в вирбельбанке. В настоящее время ставят только длинные вирбели (60 мм). Это требует подсверливания отверстия в вирбельбанке в глубину. Сверлят обычно дрелью или коловоротом, снабженным ложечным или спиральным сверлом. Глубина гнезда в вирбельбанках пианино должна быть доведена до 50 мм; в вирбельбанках роялей отверстия сверлят сквозными. Новый вирбель надо тщательно протереть чистой тряпкой, нарезную часть покрыть мелом, чтобы ход вирбеля был плавным, без рывков и скрипения. Конец струны с кольцами от намотки распрямляют отверткой, продевают в вирбель и закрепляют обычным способом. Затем вирбель вбивают в гнездо при помощи молотка и стальной оправки, предохраняющей головку от расплющивания. Глубина, на которую вбивают вирбель, должна быть рассчитана так, чтобы после поднятия и сжатия струнных колец от поверхности вирбельного панциря рамы до нижнего кольца струны оставался просвет в 3—4 мм.

Струнные работы при полной замене вирбельбанка начинают с того, что снимают все струны подряд и перевязывают последовательно веревкой, чтобы позднее при накладке не было путаницы с подбором струн. Затем вывинчивают из вирбельбанка вирбели и снимают каподастровые планки. После этого на листы бумаги переснимают разбивку вирбельного поля (см. «Ремонт вирбельбанка», стр. 40).

Сверлить новый вирбельбанк лучше на радиально-сверлильном станке, где суппорт со сверлильным шпинделем перемещается в любом направлении, а тяжелый футор лежит на столе неподвижно. При отсутствии станка работу можно сделать электродрелью или коловоротом. Сверло должно быть подобрано так, чтобы создать тугую посадку вирбелей и учесть пережок древесины от работы нагретым от трения сверлом; для вирбелей диаметром 6,5 мм сверло должно быть 5-миллиметровым.

т. е. обеспечить перепад в 1,5 мм. Чтобы создать необходимый уклон вирбелей в 80° против хода струн, надо корпус положить с соответствующим уклоном по длине. Сверловку завершают небольшим зенкованием отверстий на глубину до 2 мм.

При современных панцирных рамах надобность в снятии разметки отпадает, так как после установки рамы на место, сверловку вирбельбанка ведут прямо через вирбельные отверстия панциря. В старых фортепиано вирбельные отверстия в панцире часто не имеют деревянных пробок, тогда возникает опасность, что вирбели увеличенного диаметра не пройдут через отверстия панциря. В этом случае отверстия надо увеличить, рассверлив сверлом на 1,5—2 мм.

Старые струны перед началом накладки надо протереть чистой тряпкой, а если есть налет ржавчины — чистить его истертой мелкой шкуркой или порошком пемзы. После того как вирбели вбиты, ставят на место каподастровые планки, которые надо тщательно протереть, а коррозию с нажимной поверхности удалить наждаком или шкуркой. Нарезку каподастровых шурупов смазывают сухим мылом во избежание поломки.

Привинчивание планок надо начинать от середины к краям, равномерно и постепенно подтягивая шурупы до тех пор, пока планка не перегнет струны, опустив их на 3—4 мм ниже ребра струнного штабика. Это и создает угол перегиба около 15°. По окончании этой работы надо приложить к каподастрам линейку и убедиться, что нет местных недожимов или перегибов. Таким же прикладыванием линейки надо проверить, ровно ли вбиты вирбели. Затем можно окончательно натянуть струны.

Ремонт басовых струн несколько отличается от ремонта других струн. Потеря звонкости, появление глухого дребезжащего звука весьма распространенный дефект навитых струн, который можно устранить подтягиванием навивки. Для этого, спустив струну, ее снимают со штифта рамы. Затем, определив направление навивки, в концевую петлю вставляют шило или жесткий пруток, переворачивают всю струну 2—3 раза вокруг своей оси по ходу навивки. В таком напружиненном состоянии струну прочно зажимают около петли плоскогубцами и надевают снова на рамный штифт. Самое важное не дать в этот момент струне освободиться.

Такой прием довольно часто помогает, звук струны значительно просветляется, призвуки исчезают. Однако увлекаться этим методом нельзя, так как чрезмерное перекручивание может вызвать обрыв струны.

Оборванные басовые струны или безнадежно глухие надо заменить. Навитые струны изготовляют в условиях ремонтных мастерских или фабрик, где имеется специальное оборудование. Самое простое — взять за образец негодную струну, проверив при этом ее соответствие мензуре инструмента, т. е. наличие

совпадения длины рабочей части, толщины керна и навивки.

Если оборванная струна не сохранилась, то изготовление новой струны несколько усложняется. Тогда надо микрометром замерить диаметр керна второй целой струны хора или, если дело происходит на участке однострунных хоров, замерить диаметры кернов двух соседних струн: справа и слева. В последнем случае толщина керна искомой струны будет равна полусумме диаметров соседних струн. Толщину навивки (если имеется образец струны), определить несложно. Замеряют общую толщину струны с навивкой. Из этой величины вычитают толщину керна. Разность надо разделить на два. Частное от деления и есть толщина навивки. Например, если толщина струны с навивкой равняется 3700 мм, диаметр керна 1100 мм, то разность будет равна 2600 мм. Разделив эту сумму на 2, получим диаметр навивки, т. е. $2600 \text{ мм} : 2 = 1300 \text{ мм}$.

Если надо снять размеры струны с двойной навивкой, то сначала также измеряют kern, затем толщину струны на концах участков навивки, где выходит одна наружная (вторая) навивка толстой проволокой. Толщину этой второй навивки вычисляют вышеописанным способом. После этого замеряют общую толщину струны с двумя навивками, а затем из этой величины вычитают толщину струны с одной второй навивкой. Разделив разность на два, получим толщину первой внутренней навивки.

Пример:

Толщина струны с наружной (второй) обмоткой, мм . . . 5,000
Диаметр керна, мм 1,600

Разность 3,400

Диаметр второй навивки $3,400 : 2 = 1,700 \text{ мм}$
Общая толщина струны с двумя навивками, мм 6,300
Толщина струны со второй обмоткой, мм 5,000

Разность, мм 1,300

Диаметр внутренней (первой) навивки $1,300 : 2 = 0,650 \text{ мм}$.

Измерив диаметры, делают заготовку керна. Отмотав кусок проволоки, достаточный для перекрытия полной длины струны, на его конце делают обычную индивидуальную петлю. Этим концом проволоку надевают на штифт рамы, протягивают по ходу струны и, добавив от вирбельного отверстия припуск 7 см на обмотку вокруг вирбеля и припуск 10—12 см для закрепления на струнонавивальном станке, отрезают заготовку кусачками. Это и будет полная длина керна. Теперь прямо по месту плоскогубцами отгибают на нем начало и конец навивки. Начало отмечают прямо у первого штегового штифта, а конец от-

гибают, не доходя 25 мм до басового струнного штабика или отступя 5 мм назад от уровня навивки соседних струн.

Такая предосторожность необходима, потому что при настройке новых басовых струн довольно значительно вытягиваются kern и навивка; недопустимо, чтобы навивка упиралась в струнный штабик или аграф, тогда струну нельзя настраивать.

Следующий этап — это расплющивание материала керна от отметок начала и конца навивки в глубь участка навивки. Расплющивание производят на наковальне легкими ударами молотка так, чтобы на протяжении 25—30 мм kern стал плоским и имел острые грани. Навиваемая мягкая проволока на этих гранях снимается и прочно закрепляется, держа все витки обмотки. Остается закрепить керны на струнонавивальном станке, тщательно очистить их от грязи и налетов смазочных материалов. Это можно сделать чистой тряпочкой, применяя порошок мела или пемзы.

Следует помнить, что одна из причин глухого тона басовых струн — наличие слоя смазки на кернах.

Струнонавивальный станок состоит из длинного стола, на левом конце которого установлена неподвижная бабка с парой цилиндрических шестерен — нижней большой и верхней малой. Через большую шестерню пропущен длинный трансмиссионный вал квадратного сечения или круглый со шпоночной канавкой. На левом конце вала насажен ступенчатый шкив передачи от приводного электродвигателя, направо вал протянут на всю длину стола и здесь он проходит через большую шестерню второй подвижной бабки, которая может перемещаться вдоль станины по направляющим и закрепляться стопором в любом месте. Вторая бабка имеет точно такие же шестерни, что и первая. На концах валиков малых верхних шестерен обеих бабок насажены крючки для закрепления кернов.

При включении привода оба крючка вращаются согласованно с одинаковой скоростью и в одном направлении.

Керн надевают петлей на левый крючок, второй его конец закрепляют плоскогубцами на правом крючке. Правую бабку перемещают до предела, чтобы kern сильно натянулся и это положение фиксируют. На штырь, укрепленный посередине стола, надевают катушку с медной проволокой нужного номера. Конец проволоки наматывают вручную на края левого расплющенного участка керна. Затем включают станок. Kern вращается поступательно, как вал, делая 200—230 оборотов в минуту. Струнщик левой рукой прижимает навиваемую проволоку виток к витку со скоростью 0,1—0,3 м/сек, а правой — слегка натягивает и направляет проволоку, поддерживая ее перпендикулярно к керну. В момент, когда навивка дойдет до конца правого расплющенного участка, струнщик рывком обрывает проволоку и выключает станок.

Для струн с двойной навивкой техника та же, но вторую навивку ведут поверх первой в обратную сторону. Обычно концы толстой навивки дополнительно фрезеруют на конус при помощи специальной стальной оправки, включая для этого станок повторно.

Басовые струны должны быть равной толщины, навивка у них должна быть плотной (виток к витку) и прочно на всем протяжении прилегать к керну. При установке новых струн рекомендуется делать дополнительное уплотнение их навивки. Для этого, когда струна уже закреплена в вирбеле, прежде чем его вбить в вирбельбанк, надо струну вместе с вирбелем и ключом повернуть вокруг своей оси один раз по ходу навивки. Когда накладка струн закончена и все отделочные операции по струнным петлям, кольцам, вирбелям и каподастровым планкам проверены, производят точную разбивку струн, чтобы ширина ходов на струнных штабиках рамы была одинаковая, порядка 6 мм. Это делают легким ударом молотка по отвертке и специальной стальной пластинке с вырезами для трех струн — хорейзену, которым выравнивают интервалы струнных хоров между собой. Необходимо также разравнять промежутки между струнами на суконных подструнных подушках. Последней операцией является переплетение нерабочих заштеговых частей полосками цветного отделочного сукна.

Резонансовая дека. Усилительная мембрана фортепиано (резонансовая дека) будет тем лучше, чем меньше колебательной энергии струны будет затрачено на преодоление внутренней инерции материала, преодоление внутреннего трения, чем больше энергии будет излучаться в воздушное пространство. Тогда звучание инструмента будет сильным, продолжительным.

Опыт показал, что очень немногие материалы удовлетворяют этим требованиям. Например, металлы (сталь, медь, алюминий) при наличии таких ценных свойств, как однородность строения, высокая звукопроводность и упругость, имеют в то же время настолько большую массу и плотность, что не могут претендовать на роль механического усилителя звука.

Пробные металлические деки оказываются всегда настолько инертными, так много расходуют энергии струн только на то, чтобы привести их материал в колебательную работу, что на излучение в воздух ее почти не остается; звук получается грубым, металлическим, быстро затухающим. Пока лишь применение в качестве мембраны древесины дает удовлетворительные результаты. Помимо выгодного соотношения упругих и весовых категорий древесина по сравнению с любыми металлами имеет еще одно огромное преимущество — обладает природным свойством поглощать резкие, негармоничные частоты, режущие слух, и усиливать гармоничные, приятные человеческому слуху.

Только деревянные деки дают то благородное, смягченное звучание, которое свойственно роялям и пианино, и является их неотъемлемым признаком.

Выдающийся советский ученый академик Андреев Н. Н. еще в начале тридцатых годов предложил формулу, точно характеризующую акустические свойства древесины:

$$A = \sqrt{\frac{E}{\rho^3}},$$

где E — модуль упругости древесины при изгибе, $кг/см^2$;

ρ — плотность (объемный вес), $г/см^3$;

A — акустическая константа трения излучения.

Чем выше величина упругости материала и меньше его объемный вес, тем больше абсолютная величина константы A и, следовательно, лучше излучающие способности древесины.

Сопоставим свойства различных древесных пород и их константы (табл. 5).

Таблица 5

Порода дерева	Модуль упругости древесины при изгибе, $кг/см^2$	Плотность (объемный вес), $г/см^3$	Акустическая константа
Ель горная	130000	0,42	1250
Пихта	130000	0,44	1240
Клен	160000	0,68	720
Береза	140000	0,63	745
Ольха	63000	0,50	720
Бук	140800	0,74	600
Лиственница	100000	0,68	560

Хотя данные здесь взяты средние, все же сразу видны высокие акустические свойства древесины хвойных пород. Особенно ценят ель, растущую в холмистых или горных районах, где более суровые климатические условия и более скудная почва способствуют формированию древесины с равномерным нарастанием годовых слоев.

Выработаны технические условия на резонансовые дощечки. Они должны быть выпилены из бревен по диаметральной линии или по радиусу. В радиальном направлении древесина имеет наиболее равномерное распределение годовых слоев, обладает самым высоким упругим сопротивлением действию сил поперечного изгиба, что и происходит в струнных инструментах.

Резонансовые дощечки заготавливают толщиной 17 мм, длиной от 2200 мм до 500 мм; ширина не нормируется, но должна быть не менее 60 мм. Ширина годовых слоев должна быть в пределах 1—4 мм и по возможности на каждой отдельной дощечке не подвергаться резким колебаниям. К качеству древесины

предъявляются весьма высокие требования: совершенно недопустимы сучки, трещины, свилеватость слоев, перерезание волокон, синева, обилие смоляных кармашков и т. п.

Свойства материала резонансовой деки влияют и на ее конструкцию. Издавна существует прямоугольная форма конструкции футора и корпуса пианино; этой простой и удобной форме подчиняется и форма резонансовой деки, она, в основном, состоит из прямоугольного щита, прочно приклеенного по краям к жестким опорным брускам — обкладкам на футоре.

По традиции дощечки резонансового типа должны совпадать по направлению с осью главного дискантового штега. Так как вследствие постепенного убывания длины струн штег располагается на резонансовом щите по диагонали слева направо, то и волокна дощечек щита должны идти в этом же направлении. Если в этих условиях возбуждать любую струну, опирающуюся на штег, очевидно, возникающие волны быстро пройдут вдоль волокон древесины штега до его краев и начнут перетекать на резонансовый щит, приводя и его в колебание.

Основным недостатком древесины является неоднородность ее физико-механических свойств; вдоль волокон звуковые колебания проходят со скоростью до 5500 м/сек (в хвойных породах), а поперек волокон скорость этих волн падает в три раза. Значит при возбуждении резонансовой деки той или иной струной звуковые волны, идущие вдоль главной диагонали щита (совпадающей со штегом), очень быстро достигнут левого нижнего и правого верхнего углов щита, отразившись от жестких брусков обкладки, и возвратятся снова к центру, усиливая раскачку деки. В это же время волны, распространяющиеся по щиту в направлении, перпендикулярном оси штега, и, следовательно, идущие поперек древесины щита со скоростью в три раза меньшей, будут достигать наиболее удаленных углов щита (левого верхнего и правого нижнего) с очень значительным запаздыванием.

Если на поверхности резонансовой деки точками отмечать места, которых одновременно достигнут в единицу времени звуковые волны, идущие от возбуждаемой струны вдоль и поперек волокон щита, а затем эти точки объединить плавными линиями, мы увидим, что форма распространения звуковых колебаний сходна с вытянутым эллипсом, большая полуось которого совпадает с осью дискантового штега.

Оба угла резонансового щита, выходящие за контур эллипса распространения колебаний, играют роль весьма отрицательную; они будут поглощать колебания, препятствовать их возвращению к штегам, создавать торможение раскачки щита. Чтобы ликвидировать вредное воздействие этих отдельных углов и одновременно приблизить форму деки к идеальной эллиптической, с оборотной стороны щита наклеивают массивные

бруски — заглушки, концы которых врезают в обкладку деки на расстоянии 400—600 мм от углов (рис. 28).

Так искусственно выключают из работы участки, создающие потери колебательной энергии струн.

В фортепианных деках применяют еще одно техническое средство, помогающее уменьшить запаздывание колебаний, распространяемых в поперечном направлении. На оборотную сторону резонансового щита наклеивают перпендикулярно его волокнам ряд прямолинейных упругих брусков — рипок, концы которых доходят до краев щита. Роль рипок заключается в передаче колебательной энергии от штегов к краям, так как вдоль их волокон звуковые колебания идут беспрепятственно, включая в работу отдаленные участки деки.

Это влияние рипок заметно изменяет характер распространения звуковых волн по щиту — эллипсы расширяются, приближаясь к окружности.

В настоящее время применяют четыре варианта набора резонансовых щитов.

1. Набор по ширине годового слоя.

Используют особенности древесины — узкослойная древесина имеет повышенную плотность материала, она лучше резонирует на высоких частотах, а широкослойные дощечки имеют более рыхлую, менее плотную древесину, которая лучше резонирует на низких басовых частотах. В данном случае при наборе делянок в щит дощечки располагают так, что самые широкослойные (с шириной годовых слоев до 4—5 мм) помещают на краю за басовым штегом, далее постепенно волокна сужаются, достигая в районе верхнего конца дискантового штега ширины 0,8—1 мм.

2. Набор симметричных дек.

Посередине щита (под дискантовым штегом) предлагается поместить самую широкую и наиболее широкослойную дощечку, а по обе стороны от нее парами подбирать дощечки с одинаковой, но постепенно убывающей шириной слоев. Получается симметричная структура резонансового щита по обеим сторонам от дискантового штега.

3. Набор однородных щитов по методу средней фуги.

При распиловке резонансовых кряжей дощечки, выходящие из одного ствола, комплектуют, не допуская перемешивания

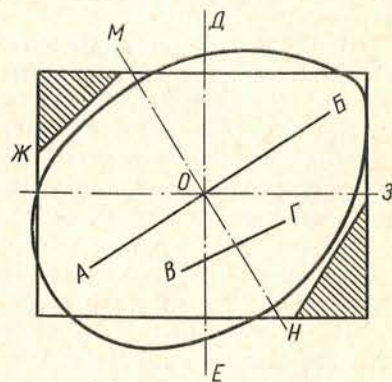


Рис. 28. Форма рабочей части деки:

А—В — ось дискантового штега; В—Г — ось басового штега; Ж—М — верхняя заглушка; З—Н — нижняя заглушка

древесины. Толщина этих дощечек должна равняться 32—34 мм. Склеенный из такого комплекта щит распиливают по толщине на два щита, которые затем путем склейки по кромкам соединяют в один щит. Здесь получается предельно возможная однородность всего щита, так как справа и слева от линии соединения (средней фуги) размещены симметрично одни и те же дощечки. Такая дека должна обладать одинаковой способностью излучать звуковые колебания во всех точках.

4. Набор гомогенных (однородных) щитов по методу акустической константы.

В щит отбирают дощечки с одинаковой акустической константой, т. е. с одинаковым модулем упругости и объемным весом. В данном случае однородность физико-механических свойств достигается наибольшая.

Сопоставление всех методов показывает неоспоримое преимущество однородных щитов. В то же время они имеют такие минусы, как сложность отбора материала, сложность измерений физико-механических свойств, требуют больших затрат времени и труда на изготовление щитов. Поэтому 3 и 4 метода, несмотря на явные преимущества, распространения не получили.

В современных фортепиано готовые резонансовые щиты строгают толщиной 8—9 мм; в роялях, особенно больших, щиты строгают клином: на переднем крае толщиной 10—11 мм к задней кромке (за басовым штегом) до 6—7 мм. Это делается для того, чтобы для высоких частот крайнего дискантового регистра дека была жесткой, массивной, а для низких басовых тонов, где частоты малы, а амплитуды колебаний велики — дека обладала особо большой подвижностью, т. е. была тонкой.

Рипки, изготовляемые из брусков радиальной распиловки, имеют прямоугольную форму в поперечнике. Их застрагивают по нижней плоскости слегка дугобразно так, что после приклейки к щиту дека приобретает куполообразную форму. Это очень важно, так как струны, создающие давление на дека, стремятся ее продавить.

Куполообразная, сильно напряженная дека будет оказывать струнам длительное упругое сопротивление и долгое время хорошо резонировать. Количество рипок в малых пианино и роялях 9—10, в средних 11—12, в больших до 17 штук. Концы рипок обязательно должны быть срезаны на тонкие фаски, которые придают рипкам гибкость, а всей деке подвижность.

Штеги, служащие опорой для струн, должны быть сделаны из вязкой, твердой древесины, так как они держат в себе свыше четырехсот металлических струнных штифтов, стремящихся расколоть древесину под действием сил натяжения струн. Обычно применяют древесину бука или клена, обладающую повышенной вязкостью. Конфигурация штегов целиком подчинена расчетной длине струн: ширина в пределах 30—34 мм, вы-

сота дискантовых штегов зависит от конструкции металлической рамы, но в среднем равняется 35—40 мм. Басовые штеги должны быть выше дискантовых на 20—25 мм для того, чтобы навитые струны во время работы не задевали за гладкие струны.

В большинстве пианино и малых роялях, где протяженность струн получается малой из-за ограниченных габаритов корпуса, необходимость сделать звучание басового регистра по возможности более чистым, гармоничным, заставляет до предела удлинять басовые струны. Так как приближение басового штега к жесткому краю деки (линии ее приклейки) вызывает опасность полной потери звучности, басовый штег делают комбинированной конструкции, т. е. брусок штега наклеивают на жесткий щиток (мостик), который передает давление струн на дека через опорный брусок — лейстик, отнесенный далеко от края деки. Правда, неизбежный прогиб мостика от давления струн может несколько ослабить отдачу басов, но это меньшее зло, чем полная потеря звука от близости брускового штега к краю деки. Минимальное расстояние опоры басового штега от приклеенной кромки резонансовой деки должно быть не менее 150 мм, так как низкие частоты требуют подвижной резонансовой деки, а в районе приклейки дека становится жесткой.

Стремление преодолеть влияние неоднородности древесины вызвало к жизни несколько вариантов конструкций резонансовых дек (рис. 29). Суть их заключается в таком размещении делянок щита и рипок, которое обеспечивает одновременный охват звуковыми колебаниями всей мембраны без отставания отдельных участков, т. е. получение равномерного излучения всей поверхностью деки.

Немецкая фирма «Ибах» создала дека горизонтального набора; здесь все дощечки щита идут параллельно основанию щита. В таком случае длинный дискантовый штег перекрывает почти все делянки щита, а это значит, что при получении импульса от струн, волны, распространившись по штегу, одновре-

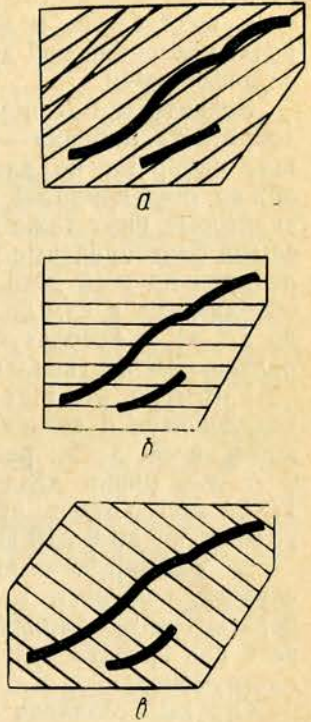


Рис. 29. Разновидности дек:

а — дека обычного диагонального набора; б — дека горизонтального набора; в — дека с набором по левой диагонали

менно перекроют все дощечки и мгновенно вдоль их волокон дойдут до самых отдаленных краев щита. Рипки здесь размещены перпендикулярно к делянкам, т. е. вертикально. Они создают возможность для равномерного распространения колебаний по всей периферии. Эксплуатация таких дек показывает незаурядные качества звучания.

Существенный недостаток этой конструкции — повышенный расход резонансовой древесины, так как здесь применяют только длинные доски.

Значительно экономичнее конструкция деки так называемого «обратного набора» — деку делают с двумя заглушками. Весь щит набирают по диагонали слева направо, т. е. противоположно общепринятой конструкции щитов. В этом случае дискантовый штег тоже перекрывает все дощечки щита, создавая самые благоприятные условия для быстрого и равномерного колебания по всей деке. Дека экономична, так как отпадает необходимость в самых дорогих длинных дощечках (от 1,9 до 2,2 м), и используются короткие дощечки. Рипки здесь располагаются вертикально, как в деках горизонтального набора.

Учитывая, что щит в такой деке состоит из довольно коротких дощечек и возникает опасность потери некоторой подвижности всей деки, резонансовый щит строгают до толщины 6—7 мм, рипки делают уменьшенного поперечника (порядка 17·23 мм). Общее число рипок по этим же соображениям уменьшают до 8—10 штук.

До тех пор, пока древесина со всеми ее недостатками, будет служить основным материалом для механических усилителей, перечисленные варианты конструкций дек можно рекомендовать как средство улучшения акустических качеств клавишных инструментов.

Струны, создавая постоянное давление на резонансовую деку, вызывают в ней упругое сопротивление.

Уже давно принято гладкие струны тенорового и дискантового регистров располагать в роялях строго горизонтально, т. е. параллельно образующим поверхностям футора. А для этого струнные штабики (или центры аграфных отверстий) и опорные площадки струнных пластин рамы должны лежать в одной плоскости. Если штег резонансовой деки будет иметь такую высоту, что его поверхность лишь коснется натянутых струн, дека работать не будет, так как струны не окажут на нее никакого воздействия. Значит надо создать некоторое превышение штегов над плоскостью струн. Тогда каждая струна, опираясь на штег, будет перегибаться к струнному штабику и пластине под углом β . Образующийся в точке отсека струны на первом штеговом штифте параллелограмм сил создает равнодействующую силу T , направленную вертикально вниз. Эта сила определится из параллелограмма сил натяжения струн по формуле

$T = 2P \sin \frac{\beta}{2}$; именно эта равнодействующая сила как часть усилия от натяжения струн оказывает давление через штег на резонансовую деку и включает ее в работу.

Линейная величина, на которую поверхность штегов превышает плоскость опорных площадок струн на раме, называется «друком». Она всегда должна находиться в пределах норм. Если друк сделать чрезмерно большим, возникает опасность продавливания деки и быстрой ее упругости. Такая дека, будучи сдавленной, лишится подвижности, т. е. перестанет усиливать низкие и средние частоты.

Практика резонансовых работ установила, что углы перегиба струн через штег β должны быть порядка $1 + 2^\circ$. Если эту величину принять за оптимальную и подсчитать суммарную величину давления на деку, то она окажется равной почти 600 кг. Друк в руках специалиста является своего рода ключом, которым можно регулировать громкость и певучесть тона инструмента, если не переходить пределов — запаса упругости деки.

Это особенно важно помнить при ремонтных работах. Прежде чем посадкой рамы регулировать величину друка, надо проверить (прикладыванием к поверхности деки линейки) величину купола резонансовой деки. Если этот купол находится в пределах нормы, т. е. в середине деки достигает 15—18 мм, то линейная величина друка на середине дискантового штега может быть порядка 3—4 мм (ведя отсчет над струнной пластиной).

Если измерение покажет, что дека имеет малую куполообразность, не превышающую 6—8 мм, друк штегов на середине деки не должен превышать 1,5—2 мм.

Основные неисправности резонансовых дек следующие.

Проседание резонансовой деки — потеря ею первоначальной куполообразной формы до постоянного давления струн или деформации опор (футора и металлической рамы). Дефект связан с утратой резонансовой древесины ее первоначальной упругости. Дека становится плоской или прогибается внутрь, а друк приравнивается нулю. Усилительная работа мембраны почти прекращается, возникают звенящие призвуки от вибрации струн в штеговых штифтах.

Трещины в деке — весьма распространенный дефект, возникающий в инструментах, длительное время находившихся во влажном воздухе или в условиях печного отопления, а затем попавших в жесткий режим центрального отопления, которое сильно сушит воздух. Древесина деки интенсивно теряет остатки свободной влаги, волокна ее ссыхаются, образуя сквозные разрывы в наиболее слабых местах или по пересохшим клеевым соединениям.

Расклейка частей резонансовой деки — дефект, характерный для инструментов, длительное время находившихся в сырости или непосредственно залитых водой. В результате обильного смачивания клеевых прослоек, а затем высыхания их в теплом сухом воздухе кромки щитов отходят от обкладки футора, концов штегов и рипок; почти на всем протяжении от резонансовых щитов расклеиваются сборные басовые штеги.

Растрескивание штегов — разрывы древесины штегов между струнными штифтами. Это происходит при неправильном подборе древесины в штеговых заготовках, когда штифты идут касательно границы годовых слоев или совпадают с ходом сердцевидных лучей — это самые слабые места буковой и кленовой древесины. Кроме того, растрескивание и смещение штифтов может произойти от низких механических качеств самой древесины.

Неправильная обработка штегов — ряд мелких дефектов, влияющих на качество звучания. В частности, бывают слишком коротко срезаны штеговые фаски, т. е. они начинаются за наружной кромкой штеговых штифтов. В этом случае от диаметральной линии штифтов до края фаски остается площадка верхней плоскости штега шириной 1,5 мм, вполне достаточная для создания торможения колеблющейся части струны. Это резко ухудшает звучание инструмента.

Смещение штифтов — дефект, возникающий от неправильной сверловки штегов, в результате чего штифты смещены от прямой линии следования струны. Тогда либо совершенно отсутствует поперечный перегиб струны в штифтах и она не закрепляется на штеге, либо, наоборот, создается настолько большой излом струны в штифтах, что при настройке сильно затрудняет перетягивание струны, может привести к ее обрыву. Нередко можно встретить почти вертикальную забивку штифтов, что не дает отсечки струны и вызывает утечку колебаний в чугунную раму.

Ремонт резонансовых дек в основном заключается в столярных работах, для качественного выполнения которых необходимо иметь хороший столярный инструмент: рубанок одинарный, рубанок двойной (шлифтик), фуганок также с двойной железкой (шлифтик), стамески шириной 15, 20, 25, 40 мм, долото шириной 20, 25 мм, ножовку, лучковую пилу, электродрель, коловорот, сверла диаметром 1, 2, 3, 4, 5 мм, отвертки ручные и коловоротные, нож, рубанок-цанубель, гибкую стальную линейку для пропускания клея в щели, а также клеянку с электроподогревом или спиртовой.

Заделка трещин — один из самых распространенных видов ремонта. Этот дефект должен быть ликвидирован возможно быстрее, пока трещины не распространились на весь резонансовый щит, что грозит деке полной потерей рабочих качеств.

Если трещины проходят по открытой части резонансовой деки под струнами, последние надо приспустить и снять со штифтов рамы и штегов. Снимая струны, их надо последовательно перевязать веревкой, чтобы они не перепутались и затем оттянуть в сторону от деки, предварительно сняв в пианино шульраму с клавиатурой, а в рояле крышки. Это сделать несложно: шульраму, например, достаточно отвинтить от обеих бачек корпуса, а рояльную крышку снять с бортовых петель, вытащив соединительные штифты.

Единичные трещины, независимо от ширины и протяженности, заделывают деревянными рейками на клею. Сначала трещину надо выровнять по ширине и глубине. Это делают острым широким ножом, по ходу которого ударяют молотком. Затем из кусков старой резонансовой древесины или хорошо выдержанных резонансовых дощечек надо напилить прямолинейные рейки толщиной 3—4 мм и длиной 300—400 мм. Рейки надо прострогать по обеим пластям, придав в сечении форму клина. Затем промазав рейки по всей длине горячим не очень густым мездровым клеем, их вколачивают в трещину несильными ударами молотка. Если трещина длинная, то для ее заполнения может понадобиться несколько реек; желательнее их подобрать и приправить по месту заранее, чтобы торцы подошли друг к другу вплотную. Выдержка до обработки — не менее 6 час, чтобы дать затвердеть клею. Затем излишек рейки, выступающий над поверхностью деки, надо срезать хорошо направленной стамеской. Срезать надо только по направлению восходящих слоев древесины рейки; если этим пренебречь и резать против слоя, стамеска может отколоть рейку в глубь деки. Окончательную зачистку рекомендуется делать маленьким металлическим рубанком, а затем очень осторожно, чтобы не повредить лаковую пленку деки, шлифовать только рейки мелкой стеклянной шкуркой.

Так как во всех случаях древесина рейки будет светлее лакированного резонансового щита, ее надо подогнать по цвету к цвету деки. Это можно сделать водным или спиртовым раствором анилиновых красителей цвета охры, сиены, крона иногда с добавкой красных тонов; цвет надо прежде опробовать на куске еловой древесины, а уже затем краску нанести ваткой или тряпочкой на рейку. Поверх высохшей краски на рейку надо осторожно, узкой кисточкой или тряпочным тампончиком, накрученным на палочку, нанести прозрачный спиртовой или нитроцеллюлозный лак.

Если в резонансовой деке трещины уходят под пластины рамы, придется раму снять. Такую ответственную работу можно делать квалифицированно только в стационарных условиях мастерских или фабрик по ремонту. Поэтому при выполнении ремонта на месте такие трещины можно заделать рейками

с обратной стороны в промежутках между рипками, не прибегая к снятию рамы.

Если в деке есть другие повреждения, например расклейки рипок, штегов, отставание кромок щита от опорных брусков, надо прежде ликвидировать эти дефекты и лишь потом заделывать трещины.

Приклейка рипок, отклеившихся от резонансового щита — явление довольно частое, особенно в инструментах кустарной работы, где качество резонансовых работ стоит на низком техническом уровне. Этот дефект проявляется чаще всего в потере певучести тона и дребезжании, сопровождающем игру на инструменте. Размеры дефекта и районы повреждения уточняют, просовывая гибкую стальную линейку в щели между рипками и резонансовым щитом. Если расклейка охватила только часть рипок и не на всем протяжении, а дека других дефектов не имеет, можно произвести ремонт без сложного демонтажа, прямо на месте. Чаще всего рипку делают с одновременным подтягиванием рипок к щиту клиньями. Клинья должны быть толщиной в основании 30 мм, шириной 40—50 мм и длиной 160—180 мм. Там, где рипки проходят под шпрейцами футора, приклейку делать проще. В просвет между рипкой и шпрейцем друг другу навстречу забивают два клина; они, действуя враспор, прижимают рипку вплотную к щиту.

Проверив линейкой плотность соединения, клинья выбивают; под отставшую рипку той же линейкой подпускают раствор горячего мездрового клея и клинья вновь вколачивают. Выступивший с боков рипки клей надо смыть теплой водой и это место протереть сухой тряпкой.

Если излишек клея сразу не смыть, то впоследствии его придется очищать стамеской. Тогда клей будет отходить уже вместе с лаковой пленкой. Клинья можно удалить не ранее чем через 6—8 часов.

Учитывая, что расклиненная дека пружинит наружу, не следует одновременно приклеивать отдельные участки одной рипки или две смежные рипки; второе расклинивание может вызвать ослабление первой пары клиньев и потерю прочности первого соединения. Лучше приклейку делать постепенно, а если одновременно, то в разных, по возможности, удаленных местах деки. Если рипки расклеились в промежутке между шпрейцами футора, надо подобрать достаточно прочную дощечку, которую следует завести концами под шпрейцы. Клинья забивают в пространство между рипками и дощечкой.

Если рипки с помощью клиньев приклеить не удастся, их подтягивают через резонансовый щит шурупами. Это выполнимо только на открытых местах резонансовой деки, где она не перекрывается чугунной рамой. Для этого сначала прокалывают тонким шилом щит деки по обе стороны отставшей

рипки; так с наружной стороны определится ширина рипки. В середине (между обеими отметками) аккуратно просверливают отверстие диаметром 4 мм, но только на глубину щита. Затем берут шуруп с плоской головкой размером 4×25 мм и осторожно заворачивают его отверткой, чтобы не повредить лаковое покрытие. Шуруп должен вплотную притянуть рипку к щиту. После проверки шуруп вывинчивают, пропускают клей как обычно и окончательно туго заворачивают шуруп на место. Ни в коем случае нельзя сверлить отверстие под шуруп в самой рипке; также не следует зенковать отверстие под шурупную головку в мягкой еловой древесине — шуруп будет глубоко утопать и начнет провертываться. Практика показала, что ввинченные в резонансовую деку шурупы совершенно не отражаются на акустике инструмента. Такие первоклассные фирмы как Бехштейн, Блютнер, Ибах всегда укрепляли шурупами рипки в новых инструментах.

Ремонт басовых штегов (в основном у пианино), расклеившихся от сырости, может быть вызван еще другой причиной: консольной конструкцией штега на мостике, где струны непосредственно стремятся отогнуть и оторвать мостик от опоры. В таком случае басовые струны надо спустить и снять со штифтов рамы. Вынув штег, старый клей смывают теплой водой, а затем соединяемые поверхности обрабатывают зазубренной цанубельной железкой. После этого части штега приправляют друг к другу, через мостик на всем его протяжении просверливают симметрично три отверстия в бруске штега и такие же три отверстия в опорном лейстике. Ввиду того что штег и лейстик всегда буковые, сверлить отверстия надо почти на всю длину шурупов, но только меньшего диаметра. Отверстия под шурупные головки в кленовых и буковых мостиках надо зенковать по диаметру головок. Затем все эти части разъединяют, промазывают клеем каждую из поверхностей и окончательно соединяют шурупами. Собранный штег надо установить на свое место на деку также с применением шурупов, которые ввинчивают с обратной стороны щита.

Бывают случаи, когда отклеиваются концевые фаски штегов. Ставить в них шурупы почти невозможно, так как они тонки; остается приклейка с прижимными клиньями под ближайшие части металлической рамы. И, наконец, самый неприятный дефект — полное отставание длинного дискантового штега. Это случается в инструментах, которые длительное время находились в очень большой сырости. Если отклеился дискантовый штег, значит отстали все рипки и расклеился сам щит. Здесь не обойтись без сложного капитального ремонта деки, о чем будет сказано особо.

Наконец, надо остановиться на разрыве штегов струнными штифтами. Ремонт начинается со снятия струн в районе

повреждения. Затем плоскогубцами или клещами осторожно вытаскивают штифты. Если они не погнуты, их можно использовать снова. Взяв лист плотной бумаги, ее накладывают на штег, обводят карандашом контур штега в районе повреждения, шилом или циркулем отмечают на бумаге центры штеговых отверстий и обводят границы фасок. Если штифты были сдвинуты по трещинам, разметку надо выправить на снятой планировке по соседним сохранившимся группам штифтовых отверстий.

По концам поврежденного участка делают ножовкой пропилы поперек штега на глубину примерно 10 мм (трещины редко идут глубже). Место распиловки выбирают в промежутке между хорами. Далее стамеской и молотком срубляют поврежденную верхнюю часть штега, площадки выравнивают малыми рубанками и плоскими напильниками. Из буковой (кленовой) доски выбирают прямослойный участок с диагональным направлением годовых слоев на торцах. Выпилив брусок немного шире и толще удаленной части штега, его плотно приправляют по месту.

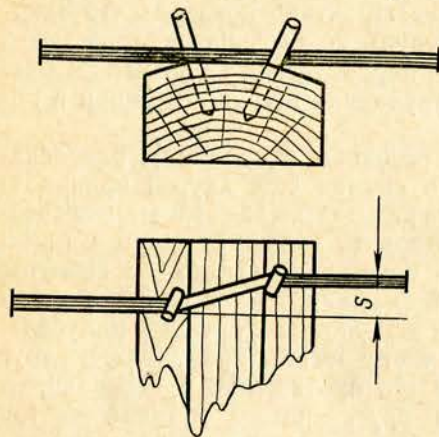


Рис. 30. Способ закрепления струны на штеге — S шранк (поперечный пегриб) струн

концы которых срезают стамеской вровень с площадкой. Брусок перед приклейкой надо прогреть до температуры 40—50°С. Запрессовку надо делать клиньями, забиваемыми под массивные распорки, укрепленные в шпрейцы рамы или глубокими струбцинами.

После 8—12-часовой выдержки свесы бруски застругивают рубанком вровень с поверхностью штега, а затем шлифуют мелкой шкуркой. После этого можно приступить к разметке. Точно совмещают шаблон с данной частью штега, накалывают острым шилом центры штифтовых отверстий и просверливают отверстия сверлом ложечного типа диаметром 1,5:2:2,5 мм (в зависимости от диаметра штифтов). Глубину сверления определяют длиной штифтов (обычно порядка 15—18 мм).

Очень важно сохранить правильный угол наклона штифтов. В обоих направлениях он должен равняться 60—70°. Разбивка отверстий допустима только симметричная, передние точно против задних по ходу струн (рис. 30).

Фаски можно срезать после того, как ножом и молотком будут прорублены их поперечные границы от наружной кромки штега до крайнего штифтового отверстия. Фаски срезают вручную острой широкой стамеской, начиная от центров штифтовых отверстий, идя по слою древесины. Если в данном инструменте штег покрыт графитом, надо покрыть графитом и вставки сразу после сверления, до срезания фасок. Делают это порошком графита, замешанным в воде, и растирают щетками до блеска. Штифты забивают маленьким молотком на один уровень со старой штифтовкой.

Капитальный ремонт дек проводят в том случае, когда дека полностью расклеилась и утратила упругость и куполообразность. Такую деку можно восстановить только в условиях ремонтных мастерских со стационарным оборудованием для станочной обработки и склейки. Пианино нужно положить горизонтально и снять крышки корпуса. Струны снимают целиком, раму отвинчивают и вынимают.

Старую деку удаляют, подрезая стамесками клеевые соединения краев щита с обкладками и заглушками с оборотной стороны. Затем снимают штеги, отвинчивая шурупы, соединяющие штеги со щитом.

Рипки в таких случаях обычно полностью деформированы, снова использовать их нельзя, они понадобятся только для снятия размеров.

Если дека расклеена по фугам на отдельные дощечки, их можно использовать вновь, склеив щит заново. Эта работа должна быть сделана очень тщательно. Боковые кромки дощечек надо прострогать двойным фуганком в специальном приспособлении — донце. Оно представляет собой направляющую колодку, на которую кладут, прижимая к упору, каждую дощечку и вдоль ее кромки проводят ручным фуганком, повернутым к ней лезвием. Так снимают тончайшую ровную стружку. Обработанные кромки должны быть прямолинейными настолько, что прикладывая две дощечки друг к другу, получают абсолютно плотную фугу, без просветов. Так как от прифуговки дощечки несколько сужаются и размеры щита неизбежно уменьшаются, надо по краям добавить короткие делянки из хорошо выдержанных резонансовых заготовок.

Щит формируют маркированными дощечками, чтобы их последовательность сохранилась до момента склейки.

Дощечки склеивают отборным по крепости мездровым клеем или техническим желатином, но так как последний быстро стывает, то к нему надо добавить мездровый клей. Делянки, сложенные в пакет, перед склейкой прогревают на плите до температуры 40—50°С. Затем, промазав кромки горячим клеем (температурой не ниже 60—70°С), делянки по порядку раскладывают в клеильном прессе или винтовых сжимах и запрес-

совывают. Здесь обязательно поверх щита должна быть установлена прижимная линейка, предотвращающая выброс дощечек при сжатии. Очень важно не допустить выступания отдельных дощечек, так как они тонки и перестрагивать весь щит нельзя. Такие провесы ликвидируют сразу после окончания запрессовки ударами молотка по выступающим дощечкам. Выдержка в прессе длится около 1 час; свободная выдержка — 12 час. Далее следует очистка клея, застрожка вставок до уровня щита, снятие старого лака направленными стальными пластинками — циклями.

Одновременно надо подготовить комплект новых рипок, которые надо сделать по размерам старых, но с хорошей выпуклостью, достаточной для образования нормального выгиба деки. Обычно крайние короткие рипки имеют стрелу выгиба 1,5—2 мм, средние, самые длинные, до 6—8 мм. По длине рипки можно заранее подогнать по старым гнездам в обкладках футора, предварительно очищенным от клея. Затем щит деки совмещают с контурами футора, прижимая вплотную к кромке вирбельбанка. В таком положении на оборотной стороне карандашом размечают границы приклейки рипок. Эти места приклейки рипок, а также кромки щита должны быть на всем протяжении тщательно зачищены от клея и следов лака при помощи цанубельной железки или стамески. Комплект рипок перед приклейкой надо хорошо прогреть на плите.

По краям щита вдоль границ прилегания рипок надо вбить гвоздики, чтобы при запрессовке рипки не съезжали по клею, а для облегчения удаления выступившего клея приклейки вдоль разметочных линий надо промазать мылом или парафином.

В ремонтных мастерских должен быть стационарный винтовой пресс с поворотными струбцинами, которые через короткие поперечные цулаги сразу приклеивают по паре рипок. Стол пресса должен быть выструган симметричной лощиной (впадиной), доходящей в середине до 18—20 мм для образования купола деки. Мездровый клей должен быть горячим и довольно густым, иначе он весь выступит из соединения. Выдержка в прессе длится в течение 4 ч, свободная выдержка — 8—12 ч. Потечи клея счищают стамеской. Затем проверяют прилегание деки к обкладкам, которые тщательно очищают цанубелем. Очень важно, чтобы фаски рипок плотно входили в гнезда, вырубленные в брусках обкладок и заглушках. Совершенно недопустимы просветы между рипками и стенками гнезд — это источник потери колебательной энергии.

Далее на футор с декой накладывают раму и штеги. Необходимо определить местоположение штегов. Это можно сделать, ориентируясь по старым местам приклейки и размерам длины крайних струн басового, тенорового и дискантового регистров.

Штеги приклеивают при помощи струбцин или закрепляют шурупами с оборотной стороны деки. Место приклейки должно быть тщательно очищено от старого клея и следов лака. Границы приклейки также следует промазать мылом и по краям вбить шпильки, предотвращающие сдвиг по клею. Если приклейка будет вестись с дополнением шурупами, то разметку и сверление надо делать, прихватив штег к щиту парой струбцин. Шурупы размером 40×50 мм с плоской или полукруглой головкой размещают в промежутках между рипками. Под шурупные головки надевают буковые или березовые розетки, круглые или квадратные шайбы размером 8×20 мм. Эти розетки перед окончательным завинчиванием шурупов промазывают по нижней плоскости клеем, иначе они при усыхании древесины могут дать дребезжание. Перед приклейкой на футор оборотную сторону деки тщательно шлифуют мелкой шкуркой, наверхнутой на плоский кусок пробки, и, удалив пыль, эту сторону деки покрывают при помощи кисти двумя слоями спиртового копалового или сандарочного лака с промежуточными сушками в течение 8—10 ч. При этом надо оставить чистыми от лака края (шириной 20—25 мм) резонансового щита и рипок, которыми дека приклеивается к футору. Если нет спиртового лака, можно применить прозрачные нитролаки.

Готовую деку приклеивают к обкладкам горячим высококачественным мездровым клеем. Клеевой раствор наносят на обкладки, тщательно заполняют гнезда для рипок, одновременно промазывают клеем и кромки деки. Запрессовывают деку струбцинами через прокладки на края деки. Выдерживают под прессом не менее 6—8 ч. Если нет больших глубоких струбцин, следует запрессовать края шурупами через длинные прижимные деревянные планки. Такие планки надо изготовить из лиственной древесины (ольха, береза, бук) толщиной 8 мм и шириной в среднем 20 мм. Протяженность этих накладок должна быть равна длине каждой кромки деки. Отверстия под шурупы надо разместить и просверлить, отступя от торцов рейки на 15 мм и затем с равным шагом 30 мм. Таким образом, после приклейки дека будет обнесена по кромкам сплошной рамкой. Это не снижает качества деки и не портит ее внешнего вида.

Перед установкой рамы на место лицевую сторону деки также шлифуют и покрывают 3—4 слоями прозрачного лака. После высыхания последнего покрытия его шлифуют, чтобы удалить неровности лаковой пленки, следы от кисти и полируют тампоном, смоченным спиртом, до проявления блеска лакового покрытия, периодически нанося на пленку лака капли вазелинового масла для предотвращения растворения предыдущих слоев покрытия.

Прежде чем приступить к установке рамы, надо проверить плотность припасовки рамы к вирбельбанку, опорным резонан-

совым болтам и подрамному бруску. Здесь же проверяют величину друка. Следует помнить, что ширина подрамного бруска ни в коем случае не должна превышать ширину приклейки деки к нижней обвязке футора. Окончательно рамные шурупы и винты должны быть подтянуты коловоротной отверткой. После этого можно приступить к струнным работам.

Если старый резонансовый щит не только расклеился, но и имеет серьезные механические повреждения, т. е. получил поломки, пробоины, многочисленные разрывы по материалу, древесина стала некондиционной, нужно изготовить новую деку из склеенных заготовок новых резонансовых щитов фабричного изготовления. Для малых пианино заготовку придется опилить по контуру старой деки, для больших пианино и роялей возможна склейка двух щитов в одну заготовку. Новые щиты всегда имеют толщину порядка 10—11 мм; старые деки обычно тоньше. Их надо строгать вручную двойным фуганком, контролируя толщину штангенциркулем. Затем щит размечают по размеру и форме деки, опиляют и приступают к сборочным работам, но прежде необходимо провести термообработку резонансового щита.

Новые резонансовые щиты сделаны из дощечек свежей древесины, в которой, несмотря на воздушную и камерную сушку, не прекратились еще полностью жизненные функции: питательные вещества в полостях клеток и смола в ходах находятся в пластическом состоянии. Даже будучи высушенной до нормы (4—5%), такая древесина с акустической точки зрения является «сырой» — ее структура неоднородна, наполняющие вещества и смола являются барьером для распространения звуковых колебаний. Надо провести искусственное старение. Для этого необходим вместительный металлический шкаф, снабженный радиаторами отопления, поддерживающими постоянную температуру порядка 40—50° С. Щиты ставят в такой шкаф вертикально на ребро и выдерживают в течение 24—30 ч при температуре 40° С. Для регулирования температуры внутри надо поместить термометр, а батареи оборудовать краном.

В результате термической обработки смола и другие вещества затвердевают, структура древесины становится значительно однороднее и звукопроводнее. Акустические свойства дек, прошедших процесс искусственного старения, заметно лучше необработанных. Термическая обработка резонансовых щитов должна быть использована также и для дополнительного образования купола в готовой деке. Основано это на предельном высыхании древесины за время выдержки в шкафу — термостате. Абсолютная влажность падает до низкого предела (1,5—2%), что вызывает значительную линейную усушку волокон древесины, в результате чего щит приобретает минимальные размеры ширины. Если теперь, не дав щиту остынуть, на него

наклеить рипки и оставить его в обычном помещении с нормальной влажностью воздуха, то пересушенный щит начнет как губка впитывать в себя влагу из воздуха, насыщаясь до равновесного состояния. Щит, клетки древесины которого снова набухнут и раздадутся, должен увеличиться в линейных размерах, главным образом в ширину, т. е. поперек волокон. С лицевой, свободной, поверхности, это произойдет беспрепятственно, но с оборотной стороны рипки будут держать щит, как стяжки, и расширения не допустят. В результате щит с рипками выгнет большим куполом, дека будет сильно напружинена.

Все прочие работы после приклейки рипок нужно выполнять в описанной последовательности. Желательно использовать старые штеги, так как заготовки фабричных штегов почти никогда не совпадают с конфигурацией старых, а изготовление новых штегов сложно.

КЛАВИШНО-МОЛОТОЧКОВЫЙ МЕХАНИЗМ

Клавишно-молоточковый механизм рояля и пианино независимо от вида конструкции поделочных материалов, методов регулировки, всегда должен удовлетворять следующим требованиям.

А. Игровым:

1. Обладать высокой степенью чувствительности и подвижности, т. е. обеспечивать мгновенную передачу движения от клавиш к молоточкам при любых градациях скорости и силы удара.
2. Обладать хорошей репетиционной способностью, т. е. давать возможность продлевать возбуждение одного и того же тона многократными повторениями ударов по одной клавише.
3. Обладать нормальным тушэ, т. е. приятным сопротивлением под пальцами как в начальный период нажатия клавиш, так и в конце их хода, которое не было бы утомительным для пианиста и в то же время давало бы ему уверенное чувство «владения» инструментом.

Б. Эксплуатационным:

1. Быть предельно бесшумным, так как призвуки, шумы, скрипы отвлекают пианиста и слушателей.
2. Обладать хорошей прочностью и устойчивостью, чтобы при самых тяжелых условиях эксплуатации и большой игровой нагрузке механизм долгое время не терял регулировочных нормативов и работоспособности.

В. Технологическим:

1. Быть простым конструктивно и изготовляться из обычных недефицитных материалов, чтобы излишне не удорожить производство.

2. Быть удобным для регулировки.

Механизм пианино. Состоит из двух основных самостоятельных частей: молоточкового механизма и клавиатуры.

С конструктивной точки зрения механизм (рис. 31) должен рассматриваться как совокупность четырех узлов: клавишного, фигурного, молоточкового и демпферного. Клавишный узел охватывает части клавиатуры, которая представляет собой сочетание рычагов клавиш и клавиатурной рамы. Клавиатурная рама состоит из трех продольных брусков: переднего, среднего и заднего и поперечных планок. Более толстый средний брусок (вагебанк) имеет наклейку из буковой древесины, в которой закреплены круглые тонкие штифты — опорные, на которые через капсюльные гнезда надевают клавиши. Чтобы клавиша имела фиксированное движение только в одной вертикальной плоскости и не могла поворачиваться в поперечном направлении, задевая за соседние, в ее переднем конце, снизу имеется второе капсюльное гнездо, которым клавишу надевают на плоский направляющий штифт, вбитый в буковую рейку переднего бруска рамы. Чтобы в процессе работы клавиши не стучали о клавиатурную раму, на ней должны быть суконные прокладки: вдоль всего заднего бруска наклеивают полосу подушки клавиатурного польстера 5—6 мм · 30 мм; на штифты вагебанка надевают тонкие шайбы из отделочного цветного сукна диаметром 10 мм, а на направляющие штифты переднего бруска — толстые суконные или фильцевые шайбы толщиной 5—6 мм и диаметром 18—20 мм.

На клавишах (ближе к заднему концу) вделаны пилоты, состоящие из деревянных или пластмассовых головок, навинченных на проволоку. Они осуществляют контакт клавиш с фигурами. Основой молоточкового механизма служит буковый брусок сложного профиля в поперечнике (гаммербанк). На нем шурупами привинчены своими капсюлями фигуры, шультеры, демпфергальтеры. Каждый капсюль представляет собой маленький вилкообразный кронштейн, в котором высверлены сквозные отверстия, выклеенные прочным специальным капсюльным сукном. В таких бесшумных эластичных подшипниках вращается полированная латунная ось, туго запрессованная средней частью в самой детали.

Фигурный узел состоит из горизонтально расположенного рычага фигуры, имеющего снизу выступ для контакта с пилотом. Сверху вклеен или выфрезерован (прямо из материала фигуры) еще один капсюль (шпицерный), в котором на оси на-

сажен прямой рычажок — шпицер, имеющий спереди выступ. Назначение шпицера — толкать молоточковый узел. Выступ шпицера играет двойную роль: снизу в него упирается спиральная латунная пружина, прижимающая шпицер к молоточковому узлу (шультеру); в то же время при подъеме фигуры шпицер этим выступом упирается в ауслезерную пупку, которая превращает прямое движение подъема шпицера во вращательное, отводя его в сторону от шультера.

В передний конец фигуры вбиты две проволочные детали. Одна из них, более жесткая и длинная, завершается насаженной на резьбе головкой с полостной жесткого прочного фильца. Эта деталь называется фенгером и выполняет функции ловителя молотка в момент его отхода назад от струны. Вторая короткая проволока, заостренная на конце

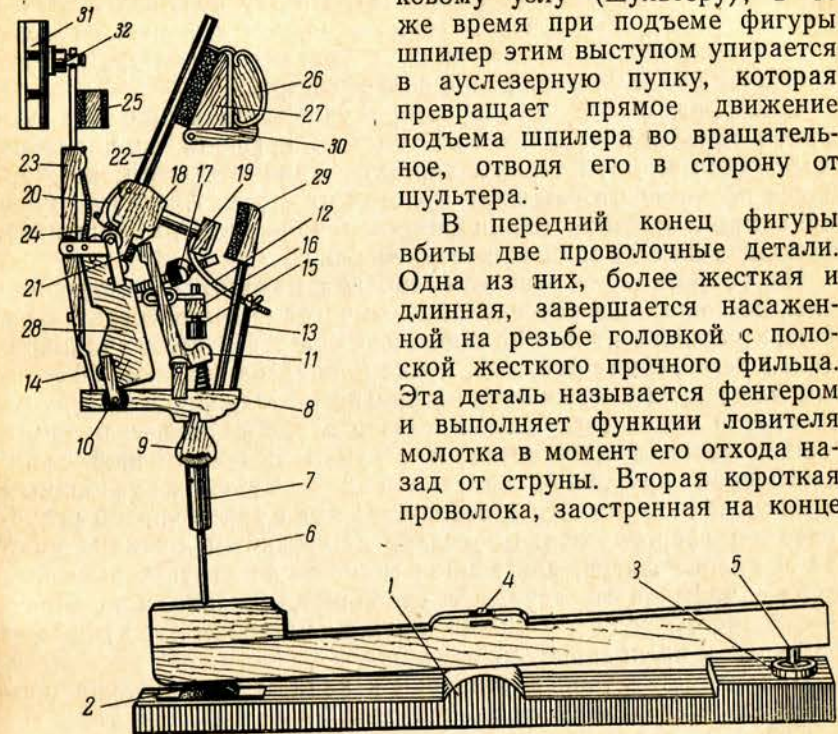


Рис. 31. Механизм пианино:

1 — вагебанк; 2 — клавиатурный польстер; 3 — друкшайба; 4 — опорный штифт; 5 — направляющий штифт; 6 — пилотная проволока; 7 — пилотная головка; 8 — фигура; 9 — фигурный выступ; 10 — фигурный капсюль; 11 — шпицер; 12 — бентика; 13 — шлейф; 14 — демпферная ложка; 15 — ауслезерная пупка; 16 — ауслезерный лейстик; 17 — шпицерный лейстик; 18 — шультер; 19 — контр-фенгер; 20 — шультерная пружина; 21 — шультерная подушка; 22 — гаммерштыль; 23 — демпфергальтер; 24 — демпферная пружина; 25 — демпферный лейстик; 26 — неподвижный рулейстик; 27 — подвижной рулейстик; 28 — гаммербанк; 29 — фенгер; 30 — капсюль подвижного лейстика; 31 — демпферная головка; 32 — демпферная пупка с винтом

и свернутая в петлю, называется шлейфом. На острие шлейфа надет кожаным язычком конец хлопчатобумажной ленточки — бентика, осуществляющего гибкую связь между молотком и фигурой.

На заднем конце фигуры имеется небольшой металлический стержень, оканчивающийся штампованной чашечкой; эта деталь называется ложкой и предназначена для контакта с демпферным узлом.

Основу молоточкового узла составляет колодка (шультер). На передней части шультера выфрезерован выступ. Выступ оклеен замшей, прочной на стирание и ударную нагрузку. На площадочку под ним приклеивают подушку из очень мягкого пружинистого войлока (веб-фильца). На эту подушку ложится шпилер. Выше, на коротком горизонтальном стержне, насажен тормозной башмачок, входящий в контакт с фенгером. Этот башмачок носит наименование контрфенгера.

С оборотной стороны шультера укреплена небольшая рессорная пружина, сцепленная концевым крючком со шнурком, охватывающим шультерный капсюль. Таким образом, разжавшаяся пружина отбрасывает молоток от струн. Сверху в шультер вклеена прочная цилиндрическая палочка (гаммерштиль), держащая на себе молоточковую головку.

На оборотной стороне гаммербанка находятся демпферные узлы, состоящие из вертикальных рычагов — демпфергальтеров. Поверх каждого из них на проволоке зажата винтом цилиндрическая демпферная пупка. К пупке приклеена головка с фасонным или плоским пружинящим фильцем, заглушающим струны. Но струна будет заглушаться только в том случае, если демпферная головка прижмется к струнам с достаточной силой демпферной пружиной, вделанной в капсюль, а свободным верхним концом упрется в небольшое, выклеенное кирзой углубление демпфергальтера. Благодаря демпферным ложкам, рабочее движение фигур,двигающих молотки на струны, вызывает отход демпферов от струн, т. е. свободное звучание, а на обратном, холостом ходу механизма, пружины прижимают демпферы к струнам и прекращают их звучание.

Для удобства транспортировки к концам гаммербанка привинчивают металлические стойки.

Спереди, вдоль всего механизма, идет спаренный из двух деталей рулейстик. Наружный неподвижный брусок привинчен по концам к стойкам механизма, внутренний, присоединенный на шарнирах-капсюлях, может поворачиваться. На подвижной бруске наклеивают полосу толстого сукна — молоточного польстера, на котором лежат молотки в исходной позиции. К левой кромке подвижного рулейстика привинчен плоский металлический крючок. Когда на него снизу давит подъемный шток левой педали, подвижной рулейстик, поворачиваясь, сдвигает все молотки одновременно в сторону струн. Молотки, двигаясь к струнам с укороченной позиции, будут иметь уменьшенный разгон и, следовательно, ослабленную силу удара. Это действие педали «riano».

С оборотной стороны гаммербанка под демпфергальтерами находится круглая стальная штанга, заканчивающаяся слева отогнутым в сторону крючком. Штанга подвешена к гаммербанку на шарнирах. В исходном положении она входит в жело-

бок, отфрезерованный на всю длину гаммербанка, и не мешает, таким образом, нормальной работе демпферов.

При нажатии правой педали связанный с ней подъемный шток надавливает на крючок штанги, которая, повернувшись в шарнирах, выходит наружу и отводит демпферы от струн. Это действие педали «forte».

Принцип действия механизма следующий: палец руки, ударяя по клавише, поворачивает ее, и пилот поднимает фигуру. Шпилер, движущийся вместе с фигурой вверх, дает толчок через шультер молоточному узлу. Молоток, отрываясь от польстера, ударяет по струне. Шпилерная пружина, постоянно отжимающая шпилер под шультерный выступ, создает опасность, что шпилер, сопровождающий молоток до момента контакта его со струнами, не даст ему отойти, и молоток сам заглушит звучание возбужденных им струн. Чтобы предотвратить это, надо в определенный момент вывести шпилер из-под шультерного выступа при помощи ауслезерной пупки. Когда молоток не доходит до струн несколько миллиметров, выступ шпилера упирается в ауслезерную пупку, и поступательное движение шпилера превращается во вращательное (в сторону от шультера). Молоток, ударив струны, беспрепятственно отлетает назад.

Если в этот момент отпустить клавишу, ее задний конец, а следовательно, и пилот, опустятся вместе с фигурой, центр тяжести которой лежит на переднем крае. Освободившийся от ауслезерной пупки шпилер будет отброшен разжимающейся шпилерной пружиной под шультерный выступ молоточкового узла. Молоток, не встречая препятствий, упадет на польстер.

Рабочий такт завершен: звук извлечен, звено механизма снова готово к работе. Но при игре часто приходится задерживать клавиши нажатыми. В этом случае пилот придерживает поднятую фигуру. Так как фигура движется не прямолинейно, а вращательно вокруг своей оси, ее фенгер при ходе вверх будет описывать дугу, уходящую навстречу молотку. Молоток, отскакивающий от струн, своим контрфенгером входит в контакт с фенгером фигуры и притормаживается в промежуточном положении.

При постепенном отпуске клавиши вслед за нею пойдет вниз и фигура. Шпилер разъединится с ауслезерной пупкой и оттянется своей пружиной под шультерный выступ; в то же время опустившаяся фигура уменьшит до нуля силу трения между контрфенгером и фенгером, т. е. освободится молоточковый узел. Таким образом, не отпустив клавишу до конца, мы уже привели механизм в исходное состояние готовности. Повторив удары, вызываемые с уменьшенного хода, т. е. полупушенной клавиши, значительно увеличиваем беглость игры.

Это свойство механизма называется действием репетиции.

Установочные нормативы на механизм пианино, выработанные практикой изготовления фортепиано, состоят из ряда основных параметров, которыми необходимо руководствоваться при конструировании новых механизмов, а также при проведении монтажа, установки и регулировки механизмов.

1. Ход молотка — путь, проходимый молотком от исходной позиции (когда он лежит на польстере) до момента контакта со струнами на линии удара. Величина эта, называемая штейнунгом, принята равной 45—46 мм в басовом регистре и 47—50 мм в дискантовом, соответственно массе молотков, утяжеленных в басу и легких в дисканте.

2. Глубина опускания клавиши — путь, проходимый клавишей от исходного поднятого положения до момента, когда они упираются в друкшайбы. Эта величина называется друком и должна быть равна 10 мм (допуск $\pm 0,5$ —1 мм). Жесткие границы друк вызваны практикой пианизма. Только в этих пределах получается приятное туше, удовлетворяющее исполнителей. Более «глубокая игра» вызывает ощущение вязкости, замедление игры, потерю скорости. Наоборот, «мелкий» друк создает ощущение, что клавишам нехватает хода, пальцы упрутся в преграду, мешающую полноценной отработке оттенков исполнения.

3. Высота механизма — расстояние от линии удара молотка на струнах до поверхности шульрамы, на которую опирается механизм, измеряемое по вертикали. Эта величина нестандартна, сугубо индивидуальна для каждой модели инструмента и должна точно воспроизводиться при ремонтных работах, связанных с переделкой корпуса, установкой механизмов заново. Нарушение первоначального размера вызовет затруднения с регулировкой и потерю звучности инструмента.

4. Глубина механизма — расстояние от плоскости гладких струн до кромки замочного бруска, измеренное по горизонтали. Величина нестандартная, индивидуальная для каждой модели, должна быть точно сохранена при ремонтных работах. Нарушение первоначального размера может лишить механизм репетиционных свойств, сделать игру неточной, тяжелой.

Клавишно-молоточковый механизм пианино можно представить как схему простейших прямолинейных рычагов с шарнирным закреплением (рис. 32).

Клавишно-молоточковый механизм, как любой другой, имеет свое передаточное число, постоянное почти для всех видов механизмов:

$$i = \frac{S}{d} = \frac{50}{10} = 5,$$

где S — штейнунг;
 d — друк.

Это значит, что ход молотка всегда в 5 раз превышает ход клавиши. Такое отношение осуществляется во всех конструкциях механизмов пианино и роялей.

Условия для нормальной работы механизма должны отвечать следующим требованиям: минимальная потеря силы удара от всевозможных видов трения между движущимися частями, чтобы как можно полнее донести усилие, прикладываемое пианистом к клавишам, до ударных молоточков.

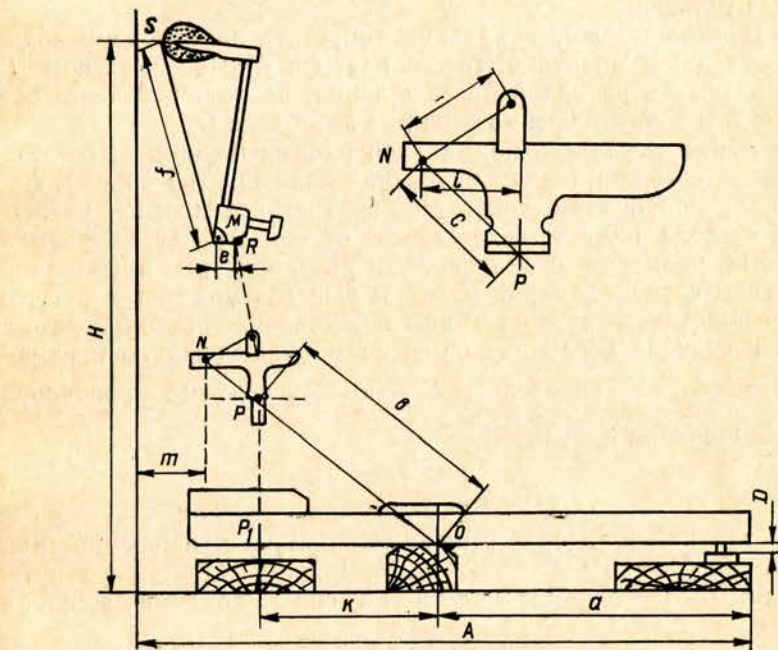


Рис. 32. Схема механизма пианино:

A — глубина механизма; H — высота механизма; S — ход молотка (штейнунг); d — ход клавиши (друк); a — переднее плечо клавиши; c — заднее плечо клавиши; e — нижнее плечо фигуры; e — малое плечо молотка; f — большое плечо молотка; M — ось молотка; R — точка упора шульера в выступ шульрамы; N — ось фигуры; P — точка упора пилота в выступ фигуры; O — точка опоры клавиши в ватганке

Одна из значительных потерь возникает всегда в точке контакта пилотной головки и фигурного выступа. Обе поверхности движутся по радиусам, которыми становятся заднее плечо клавиши b и нижнее плечо фигуры c . Если эти радиусы рассчитаны или подобраны неправильно, то головка пилота в течение значительной части хода клавиши будет только скользить

вдоль фигурного выступа. Это приводит к большой непроизводительной потере усилия; удар будет чрезвычайно ослабленным, игра тяжелой.

Идеальным считается перекачивание обеих поверхностей, т. е. наподобие зубчатого зацепления шестеренок или перекачивания шестерни по плоскости зубчатой рейки (если выступ фигуры плоский). Трение качения всегда минимально и дает небольшие потери передаваемых усилий. Чтобы обеспечить такую работу, надо создать соизмеримость плеч, т. е. выполнить следующие условия:

1. В момент, когда клавиша опущена на половину хода, точка касания пилотной головки с фигурным выступом P должна лежать на одной прямой линии, проходящей через ось фигуры N и точку опоры клавиши на вагебанке O .

Не менее важно для нормальной работы механизма создать условие, чтобы при полном опускании клавиши (на 10 мм), фигура получила подъем, способный переместить молоток на всю величину хода (50 мм). Это зависит от геометрических форм и линейных размеров молоточкового узла, фигуры и клавиши. Во всяком случае, измерив размеры рычагов молотка и фигуры можно подсчитать, идя по звеньям механизма, высоту подъема фигуры: сначала берем первое звено — молоточный узел: из соотношения $\frac{f}{e} = \frac{S}{S_e}$ определяем S_e — высоту подъема точки упора головки шпилера в шультер

$$S_e = \frac{S \cdot e}{f}.$$

Но так как шпилер — рычаг жесткий, не изменяющий при работе своей длины, следовательно, можем считать, что путь, проходимый головкой — есть и величина подъема шпилера в целом.

Переходим к следующему звену — фигуре: из соотношения

$$\frac{d}{c} = \frac{S_e}{S_p}$$

определяем S_p — высоту подъема точки упора пилота в фигурный выступ или высоту подъема фигуры

$$S_p = \frac{S_e c}{d}.$$

Так как S_e — величина промежуточная, не определяющая основные параметры механизма, сделаем подстановку, выразив через штейнунг высоту подъема фигуры:

Тогда

$$S_p = \frac{S_e c}{fd}.$$

Эта величина обычно бывает порядка 6—8 мм.

Переходим к последнему звену — клавишному узлу. Для получения хороших игровых качеств не так важна длина клавиши, как правильный выбор местоположения точки опоры, которая делит клавишу на два плеча. Отсюда второе условие нормальной работы механизма.

2. Клавишное отношение должно быть таким, чтобы при нормальном друке в 10 мм пилот поднимал фигуру полностью на расчетную величину.

Это можно записать следующим образом:

$$\frac{b}{a} = \frac{S_p}{d}.$$

Величина $\frac{b}{a} = T$ называется клавишным отношением, показывающим, как распределены плечи клавиши и позволяющим найти положение точки O . В пианино клавишное отношение принимают: $T = 1,25—1,6$. Главной задачей при ударе молотка по струнам является сохранение наиболее полного спектра звука. Этого можно достичь, лишь уменьшая до предела время контакта молоточных головок со струнами.

Молоточный фильц в силу некоторой эластичности при ударе сминается и на 1—5 мсек как бы прилипает к струнам, пока внутренние силы упругости не проявят свою реакцию и не отбросят молоток от струн. Этого времени прилипания достаточно, чтобы молоток своей массой поглотил часть высоких обертонов спектра, обеднил звук. Еще хуже, если молоток ударяет по струнам наискось, т. е. ось молоточной головки не перпендикулярна плоскости струн. Тогда время контакта резко возрастает; вместо ударной точки возникает большая площадь соединения — звук совершенно теряет яркость и певучесть.

Кроме того, наклонение оси молоточной головки к струнам под углом меньше или больше 90° вызовет очень большие реактивные силы давления оси на суконные подшипники капсюля и приведет к их преждевременному износу, появлению люфтов, неточной работе всего молоточкового узла. Отсюда следует условие — нормальная работа механизма.

3. Молотки всегда должны иметь правильную закругленную симметричную форму ударной головки, их ось в момент контакта должна образовывать с поверхностью струн угол 90° .

Механизм рояля. Поскольку струнная одежда рояля расположена горизонтально, клавишно-молоточковый механизм также горизонтальный, что влияет на принцип его действия, так как все передаточные рычаги механизма и молотки после рабочего хода возвращаются в исходное положение только за счет своего веса.

Фенгеры в рояле укреплены на самих клавишах, захватывая непосредственно молотки и деревянные керны, которые с этой

целью внизу удлинены. Кроме того, поскольку демпферы здесь лежат на струнах сверху, то демпферный узел отделен от всего остального механизма и укреплен постоянно внутри корпуса.

Многие конструкции механизмов, такие как венские, английские (во многих их видоизменениях), ранние конструкции Эрара, Герца, Блютнера ушли в область истории.

Уже около 50 лет в роялях применяют исключительно швандерские и стейнвейские варианты механизмов двойной репетиции. Это лучшее, что создала конструкторская мысль в отношении игровых и репетиционных качеств. Поэтому изучение конструкции, технологии ремонта ведется применительно к этим механизмам двойной репетиции.

Учитывая, что в обращении еще находится значительное количество роялей с механизмами старых конструкций, ремонт и регулирование таких механизмов здесь также рассматривается отдельно для каждой конструкции.

Клавишно-молоточковый механизм состоит из 4 узлов: клавишного, фигурного, молоточкового, демпферного (рис. 33).

Конструктивно клавиатура рояля почти не отличается от пианино, только изгиб клавиши за границей лицевой части делается двойным. Эта необходимость вызвана тем, что хвостовая часть клавиши (в районе размещения пилотов и фенгеров) должна быть параллельна лицевой части, а молоточные узлы должны совмещаться с фигурами и фенгерами. Рояльные пилоты — это всегда короткие латунные винты с цельной цилиндрической головкой. На задние концы клавиш наклеивают суконовые подушечки для контакта с демпферным узлом.

Клавиатурная рама рояля массивнее, чем в пианино, во-первых, потому, что к ней крепится молоточковый механизм, во-вторых, весь тяжелый механизм вместе с клавиатурой постоянно смещается в корпусе рояля от работы левой педали и выдвигается из корпуса наружу при исправлениях, регулировке.

Фигурный узел — это комплект репетиционных фигур, навинченных на специальный брусок — фигурный лейстик.

Репетиционная фигура состоит из двух частей: нижнего рычага и, присоединенного к нему сверху на промежуточной стойке репетиционного рычага. Нижний рычаг имеет на заднем конце обычный капсюль, а ближе к середине — выступ для контакта с пилотом. Сверху на рычаге размещена стойка с капсюлем, присоединяющим репетиционный рычаг. В швандеровских механизмах имеется еще одна стойка (более короткая), расположенная ближе к переднему краю рычага. На переднем конце нижнего рычага отфрезерована капсюльная вилка, в которой на оси насажен шпилер.

Репетиционный рычаг предназначен для поддержания молоточкового узла на весу. На переднем его крае имеется прямоугольное сквозное отверстие для шпилера. В швандеровских ме-

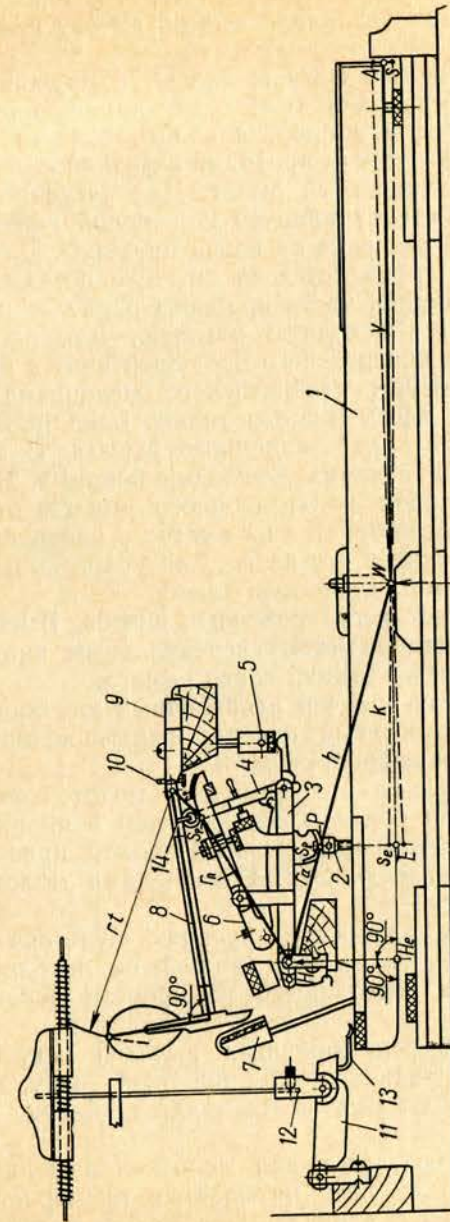


Рис. 33. Механизм рояля:
1 — клавиша; 2 — пилот; 3 — нижний рычаг; 4 — шпилер; 5 — ауслезерная пушка; 6 — репетиционный рычаг; 7 — фенгер; 8 — молоточковый узел; 9 — молоточный капсюль; 10 — винт абкинг; 11 — контрклавиатурная фигура; 12 — демпферный капсюль; 13 — демпферная ложка; 14 — шультерный барабанчик

ханизмах над передней промежуточной стойкой делают еще второе небольшое круглое отверстие, через которое пропускают регулировочный винт, устанавливающий высоту репетиционного рычага.

Обязательной частью фигуры являются пружины. Швандеровская система репетиции имеет одну длинную пружину, закрепленную на штифте в прорези концевой части репетиционного рычага. Вдоль прорези проходит короткий конец пружины, подпирающий репетиционный рычаг. Для регулирования силы пружины в рычаг сверху ввинчен небольшой винтик, нижним концом создающий давление на конец пружины. Длинная часть пружины крючком зацепляется за нитяную петельку шпилера. Таким образом, длинная часть пружины работает как шпилерная, оттягивая его в исходную позицию. Для регулирования установки шпилера поперек него пропущен винт с пупкой.

Конструкция фигуры стейнвейского механизма несколько отлична (рис. 34). Здесь имеется только одна промежуточная стойка, держащая ось репетиционного рычага. В этой стойке закреплена пружина с двумя длинными концами. Верхний конец входит в желобок репетиционного рычага, отжимая его вверх; нижний конец опирается на выступ с канавкой в нижней части шпилера, оттягивая его назад. Для упора шпилера в нижний рычаг вбивают металлическую ложку.

Пружина не имеет регулировочных винтов. Высоту репетиционного рычага устанавливают вертикальным винтом с пупкой, пропущенным через задний конец рычага.

В нижнюю фигуру ввинчен проволоочный жесткий стержень, крючок которого, отогнутый поперек репетиционного рычага, регулирует предел опускания рычага.

Молоточковый узел — это комплект молоточков, насаженных на гаммерштили более массивные, чем в пианино. Концы гаммерштилей обработаны капсюльной вилкой, присоединяемой осью к глухому капсюлю. Этими капсюлями молотки навинчены на гаммербанки.

В репетиционных механизмах функцию шультера выполняет круглый барабанчик, оклеенный замшей, он находится напротив торца шпилера, выходящего из прорези репетиционного рычага.

Предел подъема репетиционных рычагов регулируют маленьким винтиком с закругленной шляпкой снизу, вделанным в молоточный капсюль. Винтик называется абкник, что значит «вышибающий».

В рояле функцию ложа для молотков выполняет рейка, оклеенная пальстером; она называется гаммерлейстиком и укрепляется на штырях, ввинченных в стойки механизма.

Шпилеры в рояле выключаются обычными ауслезерными пупками, ввернутыми в гаммербанк снизу над шпилерами.

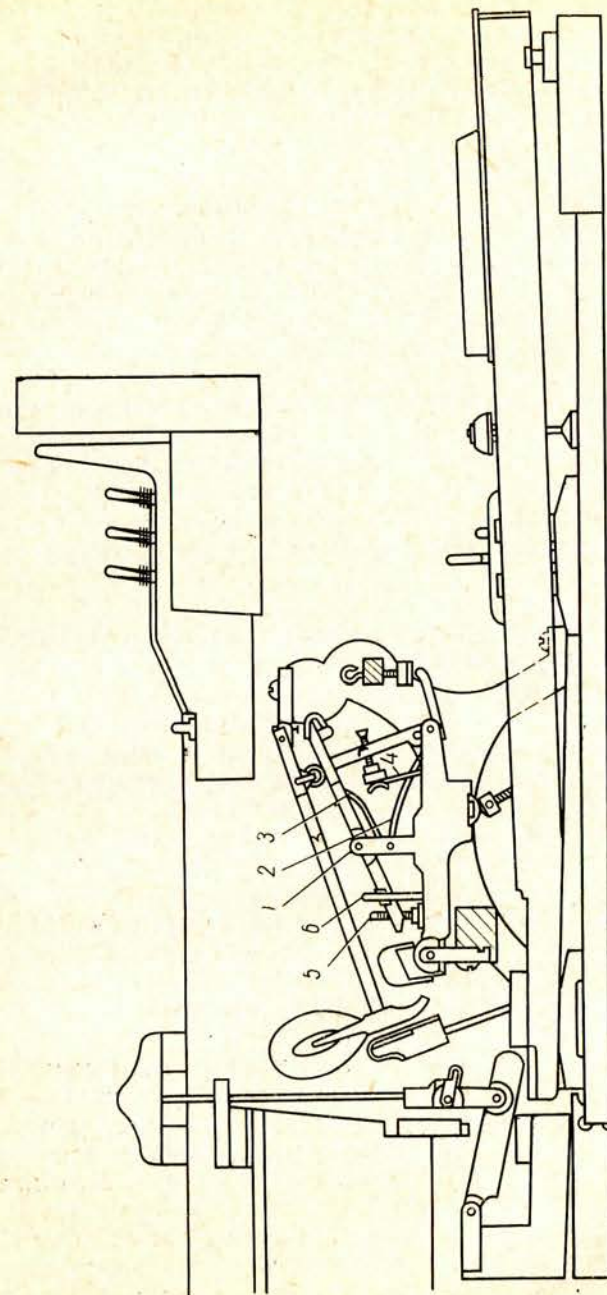


Рис. 34. Механизм рояля фирмы «Стейнвей»:

1 — задняя стойка фигуры; 2 — шпилерная часть пружины; 3 — репетиционная часть пружины; 4 — ложка упора шпилера; 5 — установочный винт репетиционного рычага; 6 — крючок регулировочного рычага

Количество демпферов в рояле всегда 65—70 штук. Головки насажены на вбитые сбоку демпферные проволоки, которые пропускают через линейку с отверстиями, выкленными суконными втулочками. Эта линейка, называемая демпферным лейстиком, привинчивается на краю резонансовой деки. Концы демпферных проволок пропущены в демпферные капсулы и зажаты винтиками. Капсулы шарнирно насажены на горизонтальных рычажках, так называемых контрклавиатурных фигурах, смонтированных на длинном бруске, приделанном к среднику футора. Концы демпферных фигур расположены над концами клавиш так, что при подъеме клавиши демпфер вместе со своей фигурой поднимается вверх, открывая струны, а при обратном ходе демпфер своей тяжестью падает вниз и заглушает струны.

Под контрклавиатурными фигурами на шарнирах подвешена подъемная доска, которую подпирает посередине вертикальный подъемный шток, пропущенный через отверстие в шульраме; нижний конец штока становится на рычаг pedalного механизма. Если нажимать правую педаль, шток поднимет вверх подъемную доску вместе со всеми демпферами — открытые струны звучат, не затухая. Таково действие педали «*forte*».

Педаль «*piano*» действует в рояле по-особому. При нажатии левой педали, подъемная доска поворачивает металлический угольник — фершибунг, укрепленный в шульраме на петле. Выступающий из гнезда над поверхностью шульрамы конец этого угольника давит на примыкающий к нему поперечный брусок клавиатурной рамы, весь механизм сдвигается поперек направления струн на несколько миллиметров.

Благодаря этому в момент сдвига молотки возбуждают струнные хоры не полностью, а на одну струну меньше — возникает звучание «*piano*». Здесь еще играет роль и тот фактор, что при «смещенном ударе» у молотка включается в работу необыгранная часть фильцевой головки — это заметно изменяет (смягчает) тембр звука. Обратное в исходное положение механизм возвращает сильная рессорная пружина, привинченная к стенке рояльного корпуса изнутри.

Принцип действия механизма рояля следующий: при ударе по клавише пилот поднимает фигуру, шпилер которой толкает молоток. В процессе подъема фигуры отросток шпилера упирается в ауслезерную пупку-шпилер и поворачивается, выходя из-под шультерного барабанчика. Молоток, отскочив после удара от струны, падает вниз на приподнятый репетиционный рычаг и прогибает его своим весом. Когда клавиша задержана пальцем в опущенном состоянии, молоток на обратном ходу захватывается фенгером. Если в этот момент слегка ослабить давление на клавишу, т. е. допустить ее не-

большой подъем вверх, начнется проседание фигуры, освобождающийся от ауслезерной пупки шпилер оттягивается пружиной под шультерный барабанчик. Незначительное опускание заднего конца клавиши вызывает разъединение фенгера и молотка; тогда прогнутая репетиционная пружина распрямится, подбросив вверх коротким толчком репетиционный рычаг и молоток. Шпилер окончательно становится в исходную позицию под барабанчиком. Так механизм при почти опущенной клавише снова готов к повторению ударов. Эта специфика двойной репетиции позволяет почти непрерывно воспроизводить звучание одних и тех же нот. Скорость повторения в лучших механизмах достигает 12—15 ударов в секунду. Все дело в репетиционном рычаге и подпирающей его пружине. Они все время поддерживают молоток на весу, позволяя шпилеру совершенно беспрепятственно входить под барабанчик и давать молотку очередной толчок.

Установочные нормативы на механизм рояля в основном аналогичны нормативам пианино, несмотря на некоторое конструктивное различие между механизмами роялей и пианино. Различия касаются исключительно второстепенных факторов, связанных со спецификой устройства рояльных корпусов, опорных конструкций, размещения струн.

1. Штейнунг (полный ход молотка) 46—50 мм.

2. Друк (глубина опускания клавиши) $10_{-0,5}^{+1}$ мм.

3. Высота механизма (расстояние от поверхности струн на линии удара до поверхности шульрамы, измеренное по вертикали) 208—213 мм.

4. Глубина механизма — расстояние от внутренней поверхности переднего бруска галтельейстика до перпендикуляра, опущенного из линии удара молотков на струнах. Величина нестандартная, индивидуальная для каждой модели, но при установке механизма после капитального ремонта должна быть точно воспроизведена.

5. Полная глубина корпуса — монтажное пространство для всего механизма, включая демпферный узел. Это расстояние от внутренней поверхности галтельейстика до внешней плоскости средника футора обычно равно 650—750 мм.

6. Высота прохода для механизма (расстояние между нижней плоскостью вибрельбанка и поверхностью шульрамы) 170—175 мм.

Условия для нормальной работы механизма рояля аналогичны механизму пианино.

Эксплуатационный износ механизмов фортепиано включает в себя те нормальные виды изменений, которые вызываются многолетней работой механизма, совершающего миллионы вращательных движений, толчков, ударов, торможений, что

приводит к естественному износу мягких демпфирующих, прокладочных материалов, деформации металлических частей и, следовательно, к нарушению нормальной работы всего механизма.

По степени сложности и последовательности возникновения виды нормального износа можно систематизировать следующим образом:

1. Обивка, уплотнение полъстеров, шультерных подушек, фильцевых и замшевых наклеек на выступах фигур, шультеров — появляются большие зазоры (люфты) в соединениях узлов, механизм теряет регулировочные нормы.

2. Выбивание фильца на молотках от ударов по струнам в виде глубоких бороздок и постепенный общий срез ударной головки до образования плоской площадки — резкое ухудшение чистоты звучания.

3. Выработка и истирание суконных втулочек в шультерных и шпилерных капсюлях от трения и давления осей — появление стуков, неточное движение рычагов механизма.

4. Истирание замшевых наклеек на шультерных выступах, контрфенгерных головках механизмов пианино, а также на шультерных барабанчиках и фенгерах механизмов рояля — потеря точности работы механизма, западание, проскакивание рычагов.

5. Истирание фильцевых наклеек на выступах фигур и на фенгерах; пробивание вебфильца на шультерных подушках.

6. Уплотнение плоского и клинового демпферного фильца от постоянного обжатия струнами.

7. Скрипение демпферных штанг, пружин демпферов пианино, шпилерных и репетиционных пружин механизмов рояля от коррозии металла и истирания поверхности, в которые упираются металлические части.

8. Усушка древесины гаммербанка пианино и роялей, фигурных лейстиков, контрклавиатурных брусков механизмов рояля, а также шультеров и капсюлей всех узлов. Происходит ослабление шурупных соединений, появляются стуки, нарушается нормальная работа механизма.

9. Потеря упругости шпилерными, демпферными и репетиционными пружинами, вследствие усталости металла при длительной эксплуатации — пружины проседают, сжимаются, перестают работать.

10. Запыление всех деревянных, суконных и фильцевых частей механизмов, особенно горизонтально расположенных — потемнение материалов.

Эксплуатационные дефекты механизмов возникают в результате изменений и нарушений нормального функционирования механизмов: от ограниченной прочности конструктивных материалов, от неправильного или неумелого обращения с инструментом.

Поломки гаммерштиллей — результат игры с динамической перегрузкой, когда древесина гаммерштиллей стареет, теряет прочность или имеет резко выраженное перерезание вылокон.

Поломки молотков — тонкие молоточные керны часто ломаются у основания фильцевой головки при сильных ударах или из-за неправильного извлечения механизма из корпуса.

Расклейка гаммерштиллей, молотков, контрфенгеров, демпферных головок, шпилерных капсюлей в механизме пианино и молотков, задних стоек репетиционных фигур в механизме роялей — «голодная» склейка, т. е. покрытие чрезмерно малым количеством клея с последующей эксплуатацией в сырости; проявляется в стуках, тресках при игре.

Расклейка фильца в молотках — недоброкачественная склейка, отсутствие прошивки кончиков фильца проволокой; как следствие — полный выход из строя узлов с отклейкой.

Поломка капсюлей шультерных, фигурных, демпферных — результат неосторожной или неумелой попытки исправлять механизм, которая приводит к раскалыванию капсюлей или поломке их от нажатия отверткой.

Поломка отростков рояльных шпилеров — незнание особенностей механизма двойной репетиции. Попытки снять клавиши с опорных штифтов клавиатурной рамы вызывает подъем фигур и поломку шпилеров об ауслезерные пупки.

Раскалывание демпферных, ауслезерных пупков — неполное сверление пупков под винт, дальнейшее подвинчивание их при регулировании вызывает разрыв волокон древесины.

Поломка шпилерных, демпферных, шультерных пружин, фенгерных проволочек, шлейфов — коррозия, приводящая к образованию глубоких раковин в материале, и усталость металла при динамических перегрузках переменного знака.

Западание от потери подвижности осей фигур, шпилеров, шультеров, демпферов, — разбухание суконных подшипничков в капсюлях от увлажнения, что создает заклинивание осей, остановку движения деталей. Тот же дефект может возникнуть от низкого качества прядения и от сработки капсюльного сукна, из которого в результате многократного вращения осей постепенно вытягиваются волокна, наматывающиеся на оси, и создающие полное их торможение. Причиной западания может быть и образование окислов на латунных осях, которые образуют корочки на сукне.

Растрескивание гаммербанков пианино и роялей — результат плохого подбора древесины по слою, низкого механического ее качества. Этот дефект возникает также от чрезмерных усилий при подтягивании ослабших шурупов.

Срез головок шурупов и петель ауслезерных винтов при регулировочных работах, когда металл поражен ржавчиной от сырости и нарезная часть заклинивается в древесине.

Поражение фильцевых и суконных частей молью — нарушение регулировки, стучание шпилеров о дерево шультеров, молотков о рулейстик, нарушение глушения струн. Больше всего повреждаются фильцевые головки молоточков, демпферный фильц, мягкие шультерные подушки, молоточный польстер на рулейстике. Кроме того, глубокие молевые проточины портят внешний вид молоточных головок.

Перетиранье и обрыв истлевших бентиков и нитяных петель, соединяемых с пружинами — узлы выходят из строя, западают.

Самовыдвигание латунных осей из капсюлей молотков шпилеров, фигур — неточность сверления отверстий для суконных втулочек в щечках капсюлей, когда они не строго горизонтальны, а имеют перекокс. В этом случае ось, находящаяся в капсюле, постепенно вывинчивается в сторону уклона и выходит сбоку капсюля.

При полном выдвигании оси из одного подшипника узел выходит из строя: молотки и шпилеры ударяют мимо цели, появляются стуки, призвуки.

Неисправности клавиатуры фортепиано. Клавиатуру в основном изготавливают из древесины хвойных пород, так как рычаги клавиш должны быть очень легкими, чтобы во время игры они имели минимальную инерцию, работали быстро. Кроме того, хвойные породы отличаются наибольшей прямолинейностью и равномерностью структуры древесной массы, меньше подвержены короблению, нежели лиственные породы. Основным материалом для клавиш — отборная древесина ели чисто тангентальной распиловки. Но ель имеет невысокую сопротивляемость ударным нагрузкам, легко вырабатывается от давления металлических предметов, раскалывается при вбивании шурупов, штифтов, поэтому определенные части клавиатуры изготавливают из древесины лиственных пород.

Для изготовления клавиатуры применяют облицовочные материалы — слоновую кость, целлулоид, полистироловый пластик для оклейки лицевой части, суконные и фильцевые прокладочные материалы, металлические штифты. Все эти материалы в процессе многих лет эксплуатации подвергаются износу, поломке, выводящим клавиатуру из строя или резко ухудшающим игровые свойства всего механизма. Рассмотрим основные дефекты.

Поломка клавиш — возникает всегда в ослабленном сечении посередине клавиши, где выбрано прямоугольное гнездо, обеспечивающее свободное качание рычага на опорном штифте; при сильных ударах тонкие стеночки клавиш по границам отверстия переламываются.

Иногда в малых и кабинетных роялях при короткой клавиатуре и широкой распланировке струнной мензуры, клавиши басового и крайнего дискантового регистров имеют настолько

большой перегиб, что в них неизбежно образуется резко выраженное перерезание древесных волокон, ведущее к поломкам по ослабленным волокнам.

Выработка древесины доньшка клавиш (выходное отверстие из круглого превращается в овальное) — многократное давление на опорные штифты клавиш, сделанных из непрочной древесины. Такие клавиши постоянно двигаются вдоль длины, при этом точка упора пилота под фигурным выступом также все время смещается, что грубо нарушает основное условие нормальной работы механизма — игра делается вязкой, неточной, тяжелой.

Отклейка, поломка косточек на белых и черных клавишах — пересыхание клеевой прослойки в результате неправильного хранения инструмента — резкая смена сырого и сухого помещений.

Истирание до дерева суконных и кожаных прокладок в верхних и передних капсюлях — длительное трение о клавиатурные штифты. Этот дефект вызван сильным поперечным биением клавиш, стучанием во время игры, неточной работой механизма.

Неровная посадка клавиш, резкое нарушение работы механизма, стуки — поражение молью суконных шайб и польстера клавиатурной рамы из-за нерегулярной чистки.

Провертывание или раскалывание пилотных головок — плохая резба на пилотной проволоке или мелкое сверление пилотных головок; при попытке их завинчивания древесина полностью разрывается вдоль волокон.

Пересыхание древесины клавиш и клавиатурной рамы — раскачивание опорных и направляющих штифтов и легкое выдергивание их из дерева.

Ремонт клавишно-молоточковых механизмов. Исправление и регулировка клавишно-молоточковых механизмов требуют хорошего понимания устройства механизмов, принципа их действия, умения выявить причины, вызывающие тот или иной дефект, выбрать правильные технические средства для исправления. Кроме того, все операции разборки, ремонта, сборки и регулирования требуют точного соблюдения предписываемых режимов и правил, применения хороших инструментов и приспособлений.

Нарушение этих рекомендаций, небрежная, грязная работа могут не исправить, а ухудшить функционирование механизма, лишить его минимальных игровых качеств.

Для выполнения ремонта механизмов необходимо иметь ряд стандартных универсальных инструментов, например, отвертки шириной лезвий 3—5 мм (при регулярном выполнении работ такого рода целесообразно применять механические отвертки с трещоткой, ускоряющие завинчивание и отвинчивание многих десятков шурупов). Кроме того, надо иметь тонкое шило для разработки капсюльных втулочек, углубления малых отверстий и обычное шило длиной 150—170 мм, достаточно жесткое для

подвинчивания пилютов ауслезерных пупок в роялях, и других работ.

Плоскогубцы, круглогубцы и острогубцы можно использовать обычные, желателно небольших размеров. Надо иметь также плоские и трехгранные напильники, а также пинцеты, ножи для резки замши и сукна, тиски. Из столярных инструментов необходимы стамески, ножовки мелкозубые, рубанок малый металлический, струбины металлические маленькие, клеянка с электроподогревом или спиртовой лампочкой.

Для регулирования механизмов требуются специальные инструменты*.

Чтобы определить состояние клавишно-молоточкового механизма, его необходимо тщательно осмотреть, опробовать игровые качества.

У пианино надо снять верхнюю и нижнюю рамы, клап с карнизом, поднять крышку; у рояля откинуть переднюю крышку, вынуть нотный пульт, снять клап, бакенклеты, передний брусок.

Первый этап — проверка игровых качеств. Надо поиграть на инструменте или хотя бы медленными и быстрыми ударами проверить все клавиши диапазона, подмечая возникающие изменения, например: тяжелую игру, мелкий или глубокий друк, большие люфты между узлами, дрожание молотков и прилипание их к струнам, неполное заглушение струн демпферами; затем проверить действие обеих педалей, отход демпферов и сдвиг молотков (механизма).

Второй этап — проверка технического состояния. Не вынимая механизма из корпуса, проверить уровень возвышения клавиш над замочным бруском, подметить углубление отдельных клавиш или общее проседание клавиатуры. Возможно, что резкая осадка клавиш против общего уровня вызвана полным уничтожением суконных шайб на вагебанке молью, а стук клавиш — сильным повреждением польстера и друкшайб. С этой целью в механизме пианино вынимают ряд клавиш по регистрам и проверяют состояние мягких прокладок на клавиатурной раме, износ сукна или кожи в клавишных капсюлях. Это делают еще покачиванием клавиш в поперечном направлении; когда сукно истерто, в капсюлях образуется большой люфт и клавиши стучат о штифты.

Для проверки механизма рояля надо вынуть механизм из корпуса. Устройство двойной репетиции не позволяет снимать клавиши с опорных штифтов.

Если отвинтить и снять гаммербанк с молотками, фигуры беспрепятственно поднимутся и дадут возможность снять клавиши для осмотра. После этого переходят к осмотру молоточковой

* Устройство и применение таких инструментов будет описано на стр. 204.

части. Для этого молотки покачивают в поперечном направлении. Если ощущается биение — это может означать выработку суконных втулочек в капсюлях. Но в пианино такой люфт имеет еще одну причину: очень часто ось молотка здесь проходит не через шультер наглухо, а прижимается к нему накладной пластинкой при помощи одного шурупчика.

Если инструмент сначала находился в сыром помещении, а затем его поставили у центрального отопления, то скрепляющие шурупы уже не будут плотно держать ось молотка — появится слабина и треск при игре. Уточнить происхождение дефекта можно лишь вывинтив из механизма один-два ослабленных молоточковых узла. Если после подтягивания пластинки шурупчиком все-таки остается люфт, значит выработалось сукно в капсюле. Это биение, впрочем, заметно и на глаз.

Если во время игры на пианино с каждым ударом раздается резкий короткий стук, что скорее всего связано с уничтожением мягких шультерных подушек молью, в этом тоже можно удостовериться, осматривая вывинченные молотки. Стучание в механизмах двойной репетиции рояля может возникнуть от отклейки суконных и фильцевых прокладок.

Причины западания надо всегда проследивать на всем протяжении передачи от клавиши до молотка. Линейкой (а в пианино подвижным рулейстиком) надо подвигать вперед — назад группы молотков то медленно, плавно, то резко. Если оси зажаты в капсюлях, молотки будут застревать на ходу или возвращаться очень замедленно, отставая от основной группы. Если молотки не западают, надо проверить фигуры на подъем и быстрое опускание вниз.

Затем проверяют шпилеры. Чаще всего шпилеры роялей выходят из строя от обрыва шнурочка, держащего пружину, или от выскакивания репетиционного конца пружины из-под рычага.

В механизмах пианино западание может возникнуть в результате зажатия оси шпилера, выхода оси из капсюля наружу, отчего шпилер, сваливаясь на сторону, выходит из строя и, наконец, поломки или полной деформации спиральной пружинки шпилера.

Последнее звено — клавиша, но в старых инструментах заклинивание клавиш в капсюлях явление довольно редкое. Это скорее бывает в новых необыгранных механизмах.

Демпферный узел проверяют на полное глушение струн и сохранность демпферного фильца. Для механизмов пианино еще весьма характерно скрипение демпферных пружин о протертые кирзовые прокладки демпфергальтеров. Это особенно выявляется при медленном нажатии правой педали или крючка демпферной штанги от руки. От коррозии металла часто скрипят и шарниры демпферных штанг. В механизмах рояля скрипение издают крючки шпилерных пружин в петлях. Скрип педалей —

это результат протирания прокладок и отсутствия смазки в местах контактов осей, шарниров педальных механизмов.

Наконец, слабое, но все же ощутимое скрипение может быть в протертых суконных втулочках капсулей, особенно молоточных, шпильерных, клавиатурных.

Разборка механизмов допускается в том случае, если механизм не изношен и не имеет поломок, а нуждается только в чистке и регулировке. В этом случае в пианино надо отвинтить гайки (кнопки), вынуть молоточковый механизм, установить его на стол для чистки и подтягивания шурупов. Затем надо удалить цирлейстик, снять клавиши со штифтов для чистки внутреннего пространства штульрамы, суконных шайб, польстера, смазки штифтов.

В рояле механизм несколько иначе. Сначала отверткой отвинчивают под штульрамой винты и вынимают бакенклеты, затем вынимают передний брусок. Взявшись руками за крайние металлические стойки или за гаммербанк, механизм осторожно выдвигают на себя, стараясь не поднять молотки в момент прохода под вирбельбанком. Механизм ставят на стол. Для общей чистки его разбирать не нужно. Достаточно откинуть молотки вверх, слегка поднять клавиши и тонкой плоской кистью вычистить суконные прокладки клавиатурной рамы. Для удаления пыли можно воспользоваться пылесосом, снабженным на шланге щелевидным всасывающим патрубком. При полной разборке от металлических стоек отвинчивают гаммербанк с молотками, а затем снимают рейку с молоточным польстером (гаммерлейстиком), отвинтив отверткой гайки с нарезки штырей. После этого можно отвинтить винты и снять фигурный лейстик с фигурами.

В старых вариантах механизмов двойной репетиции встречается не пилотный контакт между клавишей и фигурой, а с шарнирным рычажком — абстрактом (рис. 35), верхний конец которого осью соединен с фигурой, а нижний, имеющий шлиц и суконную прокладочку, насажен на ось специального накладного капсуля на клавише. Прежде чем снимать брусок с фигурами, надо отвинтить малой отверткой шурупы, сжимающие шлицы абстрактов на оси капсулей и, надавливая снизу фигуры пальцами, вытащить абстракты из клавиш. После того как механизм разобран, клавиши легко снимаются с клавиатурной рамы.

Головки молотков можно шлифовать, не отвинчивая их от гаммербанка, хотя в механизме рояля всегда удобнее снять гаммербанк с молоточками и привести их в порядок отдельно от механизма. Но всякий ремонт, связанный с заменой суконных втулочек в капсулях, заменой изношенных наклеек (суконных, фильцевых и замшевых) на фенгерах, выступах фигур, выступах шультера, контрфенгеров и заменой сломанных пружин — требует обязательного отвинчивания каждого поврежденного узла

или даже целых комплектов (затцов) от начала до конца. Отвинченные детали надо последовательно укладывать на какую-нибудь дощечку с одновременной нумерацией, так как обычно фабричные штампованные порядковые номера бывают только на молотках и клавишах. Перед отвинчиванием молотков от гаммербанка механизма пианино надо снять кожаные язычки бентиков со шлейфов. В старых механизмах эту работу надо делать осторожно, так как сафьяновая кожа язычков от пересыхания легко рвется.

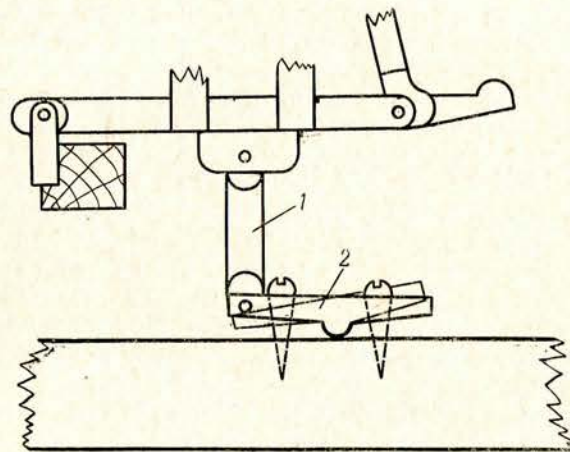


Рис. 35. Контакт с применением абстракта:
1 — абстракт; 2 — накладной капсуль на клавише

Демпферный узел в пианино разбирают только при поломке демпферных пружин, порче кирзовых прокладок на нижних концах демпфергальтеров и под пружинами. Если демпферный фильц стал жестким или поражен молью, требуется его заменить, сняв с проволоки демпферные головки. Для этого достаточно ослабить шурупы в торцах демпферных пупков. Демпферный узел рояля разбирают в тех же случаях, а также когда выработаны суконные втулочки в демпферлейстиках и демпферные проволоки при ходе вверх и вниз стучат о дерево. Для этого отвинчивают шурупы демпферных капсулей, держащих концы проволоки и вынимают демпферы из капсулей.

Планку демпферлейстика отвинчивают от края резонансовой деки и выталкивают из-под струн внутрь корпуса рояля. Чтобы вынуть из корпуса рояля узел демпферных фигур, так называемую контрклавиатуру, надо отвинтить шурупы, которыми контрклавиатурный брусок привинчен к среднику футора. Так же удаляют и подъемную доску правой педали.

При поломках отдельных деталей — молотков, фигур, демпферов, клавиш можно ограничиться удалением только поврежденных частей, не трогая остальные.

Ремонт молоточковых узлов заключается в придании молоткам округлой формы. Срезание фильца струнами на ударных головках молотков до образования плоской площадки — дефект неизбежный, но недопустимый, так как от этого резко ухудшается характер звука и режим игры механизма. Нормальную округлую форму молотков восстанавливают шлифованием. Для этого деревянную планку обертывают или оклеивают полоской крупнозернистой стеклянной бумаги. Такой шлифовальной лопаточкой снимают тонкий наружный слой фильца молотков. Молоток держат на упоре левой рукой — шлифуют правой. Шлифование надо начинать от обоих концов фильцевой полосы, идя к оси симметрии, т. е. центру ударной головки. При этом надо следить, чтобы шлифуемая поверхность все время оставалась под углом 90° к боковым пластям молотка и чтобы общая форма головки получалась строго симметричной. Если бороздки от струн были очень глубоки, не обязательно их выводить шлифовкой до конца, так как при этом можно снять большой слой фильца и молотки станут очень маленькими, облегченными, звучание станет заметно слабее. Поэтому слабые следы (отметки от струн) можно оставить; важно исправить общую форму молотков.

Самое трудное — исправить молотки крайнего дискантового регистра, где слой фильца очень мал. Чрезмерным шлифованием можно снять фильц совсем до дерева. Поэтому молотки можно шлифовать не более 3 раз, а затем заменять их новыми.

Иногда форму молотка восстанавливают не шлифованием, а срезая слой фильца ножом или бритвой. Такой способ обработки совершенно недопустим, так как при этом снимается очень толстый слой материала и тембр звука резко ухудшается. Когда на крайних молоточках дискантового регистра в результате шлифования остается фильца очень мало, их надо предохранить от выхода из строя, склеив головки замшей.

Раньше для этой цели получали шкурки горной козы, отличающиеся при малой толщине очень высокой прочностью на ударную нагрузку и трение. Сейчас такой материал достать невозможно; надо выбирать наиболее качественные куски обычной оленьей замши толщиной 1,0—1,2 мм.

Кожа имеет особенность растягиваться в длину. В таком направлении нарезать заготовки нельзя — они будут вытягиваться бесконечно в длину и обуживаться с боков. Надо выбрать такое направление на куске замши, вдоль которого материал не вытягивается и на него ориентировать длину вырезаемых полосок. Замшей оклеивают обычно молотки верхней трети или четверти

диапазона, т. е. 20—30 штук. Поперек фильцевых головок молотков, плотно прижатых к опоре, по линейке проводят карандашную черту — границу приклейки замши. Длина самых больших замшевых заготовок в районе второй октавы должна быть порядка 35—40 мм, ширина — 13—15 мм. Резать замшу надо по линейке острым ножом. Затем узкие концы заготовок аккуратно срезают на ус с гладкой стороны замши.

Заготовки наклеивают ворсовой стороной наружу сначала с лицевой стороны молотков точно от намеченной линии и дают выдержку 20 мин. Затем заготовки натягивают вдоль головок молотков и приклеивают вторые концы. Применяют только густой мездровый клей, жидкий может промочить замшу насквозь и оставить пятна. Ширина приклейки с каждой стороны не должна превышать 10 мм.

Клей ни в коем случае не должен попадать на ударную головку — молотки будут стучать. После 20—30-минутной выдержки свесы замши обрезают ножницами вровень с краями молоточных головок.

Если фильцевые головки крайних дискантовых молотков пробиты до дерева, — это дефект неисправимый. Здесь требуется заменить молотки новыми соответствующей конфигурации и размеров. Старые молотки раскалывают, сохраняя гаммерштилы, затем новые молотки подгоняют и приклеивают, ровняя их на общий уровень и линию удара.

Иногда производят полную замену фильца. Старый срезают до основания, керны очищают от клея. Заготовку нового твердого молоточного фильца переменной толщины разрезают на полоски шириной 11 мм, а длиной — по развертке окружности молоточной головки. Концы полосок надо срезать на ус, а затем приклеить хорошим мездровым клеем в специальном клиновом зажиме-кламере (рис. 36) и выдержать в этом зажиме не менее 6—8 ч. Самое сложное здесь — создать сильное натяжение фильца вокруг керна; при слабом натяжении молотки не способны вызвать яркое звучание струн. Именно поэтому замену фильца практически лучше не применять.

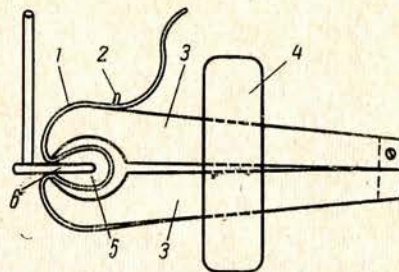
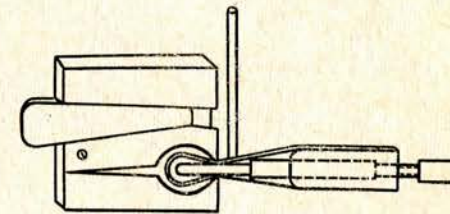


Рис. 36. Склеивание фильца в кламере: 1 — кожаный ремень; 2 — металлический штифт; 3 — колодки (зажимы); 4 — обойма; 5 — фильц; 6 — керн

Отломанные тонкие керны рояльных молотков лучше всего заменить новыми. Но если замена нарушит комплектность, особенно если керны изготовлены из красного дерева, отломанные головки надо приклеить с точным совпадением волокон, а боковинки кернов облицевать для прочности с двух сторон фанерой толщиной 0,8 мм. Фанерную облицовку приклеивают в струбциночках через небольшие цулаги.

Весьма распространенный дефект — поломка гаммерштилей. Длинный, идущий вдоль слоя излом достаточно склеить хорошим клеем, обмотав место соединения прочной ниткой, которую через 6—8 ч можно счистить вместе с выжатым клеем. В случае, если гаммерштиля срезаны поперек толщины сразу за молоточной головкой, такой гаммерштиль целесообразно заменить новым. Его надо срезать ножом или ножовкой заподлицо с молоточной головкой шультером (имеется в виду механизм пианино), затем, зажав обе детали в тисках, высверлить остатки гаммерштиля спиральным сверлом диаметром $5 \div 5\frac{1}{2}$ мм. Конец нового гаммерштиля слегка обжимают специальными плоскогубцами или обкатывают плоским драчевым напильником, чтобы на протяжении 8—10 мм палочка стала тоньше и приобрела шероховатость. Этот конец гаммерштиля вклеивают в молоток. Шультер привинчивают на место и приправляют молоток; гаммерштиль должен плотно войти в гнездо шультера. Излишек длины гаммерштиля надо обрезать и этот конец слегка обжать.

При вклейке молотка в шультер головку направляют так, чтобы она была параллельна соседним и выходила на общую линию удара. До схватывания клея (в течение примерно 60 мин) пользоваться механизмом нельзя. Отломанные гаммерштиля в рояле заменить трудно из-за отсутствия новых запасных деталей. Обычно поломанные детали наращивают.

Капсюль с гаммерштилем отвинчивают от гаммербанка, конец гаммерштиля застрагивают на ус маленьким рубанком на длину не менее 40—45 мм. Затем берут новый гаммерштиль пианино и его конец также застрагивают на ус той же длины. Усовое соединение подгоняют плоским напильником так, чтобы на просвет не было видно щели. После этого можно произвести склейку, втуговую обмотав место соединения нитью или тонкой бечевкой и выдержав в течение 6—8 ч. Зачистив и обработав конец гаммерштиля напильником, в молотке высверливают сквозное отверстие (или обломок гаммерштиля выколачивают из молотка на опоре), а затем молоток насаживают и припасовывают по месту. Остается приклеить молоток с выравнием по соседним и после выдержки в течение 60—80 мин обрезать выступающий излишек гаммерштиля заподлицо с поверхностью керна молотка.

В старых инструментах не всегда производили дополнительное крепление концов фильцевых головок на молотках, проши-

вая их проволокой, поэтому бывают случаи отклейки фильца. Если этот дефект распространился на весь затц (комплект), надо молотки полностью заменить новыми. При отдельных расклейках можно ограничиваться склейкой и подтягиванием фильца в клиновых кламерах. Основная задача — создать натяжным ремнем такое давление на фильц, чтобы можно было отставший его конец полностью дотянуть до первоначального места на керне и восстановить симметричную форму головки.

Ремонт шультеров — полная или частичная замена прокладочного материала. Износ и даже пробой шультерных подушек, замшевых наклеек на выступах и контрфенгерных головках шультеров — явление очень распространенное в механизмах пианино, подвергшихся длительной эксплуатации. Если дефект распространился на большую часть механизма, надо сменить прокладочный материал на всем комплекте, чтобы получить одинаковые регулировочные условия. При единичных повреждениях (особенно от моли), можно ограничиться заменой только дефектных прокладок.

Молоточковые узлы снимают обычным порядком, срезая ножом сработанные шультерные подушечки. Если замша на шультерных выступах протерлась, вытянулась и получила вмятины от вдавливания шпилера, ее надо также удалить.

В случае, если моль поразила обе маленькие кирзовые прокладочки под замшей, тогда отделку шультера новыми прокладочными материалами (так называемую гарнировку) надо начинать в обратной последовательности: сначала из кирзы толщиной 1,5 мм нарезают полоски, которые вкладывают в углубления шультерного выступа без клея. Затем, руководствуясь правилом выбора замши, нарезают полоски толщиной 1,8—2 мм и шириной 13—15 мм. Эти полоски клеивают только нижним краем в канавочку у основания выступа, заправляя их туда тонким ножом. После выдержки замшу натягивают вокруг выступа и подклеивают ее верхний конец под контрфенгерным штифтом. На сам выступ клей не должен попасть, в противном случае при игре возникнет стук. Свесы замши срезают ножницами вровень с краями шультеров.

Шультерные подушки вырезают по линейке ножом из листов мягкого (протканного ниткой) вебфильца толщиной 4 мм; размеры берут с фактических размеров площадочек на шультерах. Прежде чем наклеить новые подушки, надо удалить старый клей. Подушки наклеивают горячим густым глютиновым клеем, причем только на ширину нижней половины площадки. Это правило надо соблюдать обязательно, чтобы вебфильц сохранил хорошую способность пружинить и медленнее выбивался от ударов шпилера. Вытершуюся на контрфенгерах замшу заменяют целиком или, во всяком случае, на весь средний регистр, наиболее подверженный игровой нагрузке. Замшу

здесь наклеивают также ворсом наружу, но в отличие от шультерных подушек приклейку ведут по всей площади контрфенгерной головки, играющей роль тормозной колодки.

Замена поломанных шультерных пружинок является обязательной; без них молотки в значительной степени утрачивают способность быстро отскакивать от струн и при таких ударах *pianissimo* могут вообще «прилипнуть» к струнам. Конец пружины, заправленный в шультер, вытаскивают шилом; остаток пружины выдергивают из шультера плоскогубцами. При отсутствии пружин фабричного изготовления их может сделать сам мастер из тонкой (0,3 мм) латунной проволоки. Пружину можно намотать на круглогубцах или толстом штифте, взяв линейные размеры по уцелевшим образцам. Вложив пружину в канавку шультера, ее конец протягивают через два отверстия при помощи плоскогубцев, а выступающий наружу остаток проволоки отрезают кусачками.

Оборванные бентики также заменяют новыми, хотя это сложная операция, так как концы бентиков вклеивают вместе с контрфенгерным штифтом в шультер или контрфенгерную головку. Осторожно подогревая деталь на пламени спиртовки, конец штифта вытаскивают плоскогубцами вместе со старым бентиком. Далее заготавливают бентики из специальной хлопчатобумажной тесьмы, взяв длину (с учетом заделки) по целым образцам. Ленточки надо вклеить вместе со штифтом в шультер (контрфенгерную головку).

Если сафьяновые язычки порвались или износились, надо специальным стальным пуансоном вырубить из мягкой тонкой кожи новые или вырезать ножницами из заранее выкроенных полосок одной ширины и длины. Язычки надо наклеивать на бентики так, чтобы длина точно соответствовала первоначальной, пользуясь для этого шаблоном или линейкой. Когда оборванные бентики приходится заменять на местах с применением подручных средств, выклеивать штифты контрфенгера бывает трудно. В этом случае при разметке длины бентиков надо дать припуск 8—10 мм. Бентик наклеивают снаружи на поверхность штифтов контрфенгера до упора в шультер или к головке контрфенгера.

В механизмах рояля в результате многочисленных толчков и скольжений головки шпилера замша шультерных барабанчиков приобретает зазубрины; их рабочая поверхность становится плоской. Это ухудшает работу механизма, могут возникнуть проскакивания и даже западания. Сняв истертую замшу, наклеивают ворсом наружу новый материал такой же толщины (1,8—2 мм).

Ремонт капсюлей — устранение люфтов, возникающих в суконных втулочках капсюлей, особенно молоточковых и шпильерных, явление совершенно недопустимое, так как движу-

щиеся детали теряют точное направление, механизм работает со стуком и скрипами, нервнивающими исполнителя. Мастера в таких случаях обычно заменяют оси более толстой штифтовальной проволокой, которая должна ликвидировать люфты, но это не всегда получается, так как суконные втулочки почти никогда не изнашиваются равномерно. А поскольку новый штифт подбирают с расчетом на плотную посадку в максимально выработанной втулочке, то во второй, менее изношенной, втулочке этот штифт будет сидеть туго. И вместо люфта и биения появится западание. Правда, в этом случае суконный вкладыш разрабатывают шилом до размера большего отверстия, но это не всегда дает желаемый результат.

Такой прием допустим только в виде исключения при выполнении малой профилактики на месте, когда выработка капсюлей обнаружена в единичных деталях. Во всех остальных случаях разработанные втулочки заменяют новыми.

Чаще всего ось в шультерах законтрена накладной пластиной и прижимным шурупом; чтобы вынуть капсюли из шультеров, достаточно ослабить эти шурупы маленькой отверткой. В шультерах со сквозной глухой посадкой оси, как например в механизмах пианино С-5, надо одновременно выталкивать их из капсюля и шультера. Для этого узел кладут плашмя на досочку с небольшим отверстием, которое должно находиться напротив штифта капсюля, а затем сверху надавливают на ось шилом; если посадка очень туга, ось выколачивают легкими ударами легкого молотка по шилу. Когда с противоположной стороны капсюля ось выдвинулась на 2—3 мм, ее вытаскивают целиком плоскогубцами.

Если эти оси не имеют повреждений (не погнуты и не коррозировались) их надо сохранить и поставить на место в капсюльное соединение после замены сукна.

Старые втулочки выталкивают из отверстий шилом. При этом остатки сукна и клея на стенках отверстий необходимо обязательно счистить узким заостренным ножом, по возможности не трогая древесины.

Для гарнировки капсюлей применяется полоска шириной 7,5—7,6 мм и длиной 250—300 мм из специального капсюльного сукна (ГОСТ 6984—54), которое имеет постоянную толщину 1,1 мм, хорошую плотность, высокую прочность при работе на истирание и предельно короткий ворс. Ширина полоски сукна должна быть такой, чтобы при протягивании через отверстия капсюля она свернулась в трубочку, а кромки вплотную сомкнулись, не находя друг на друга. В противном случае удвоенная толщина сукна зажмет ось намертво. Если же кромки суконной полоски сомкнулись неплотно, ось быстро образует просвет между кромками полосы и будет стучать о стенку капсюльного отверстия. Один конец полоски сукна

срезают на длинное острие, которое пропитав клеем и высушив, превращают в иглу. Такую полоску протягивают через капсюли (на всю ее длину), т. е. одновременно насаживают два-три десятка капсюлей (рис. 37), потом узкой кисточкой или палочкой по одну сторону щечек капсюля на сукно наносят ободочек довольно густого мездрового или желатинового клея и сдвигают капсюль прямо на клей. Так приклеивают сукно на все капсюли, насаженные на одну полоску.

После часовой выдержки перемычки между капсюлями разрезают и для уплотнения втулочек их насаживают на пруток

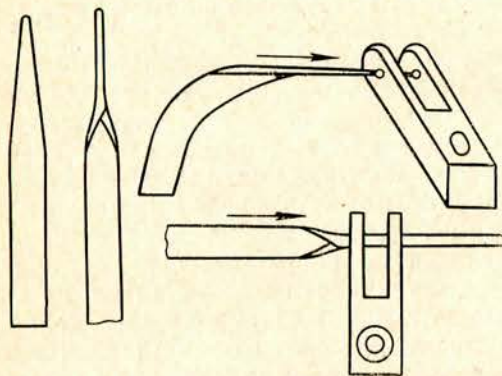


Рис. 37. Гарнировка капсюлей

из штифтовальной проволоки диаметром 1,2—1,3 мм. Повторная выдержка капсюлей на прутке должна длиться не менее 6 ч. Сняв капсюли с проволоки, острой бритвой или ножом аккуратно срезают припуски сукна заподлицо со стенками капсюльных щечек.

Наиболее просто собирать капсюльные соединения, если шультеры с нажимной пластинкой.

Штифтовальную проволоку подбирают так, чтобы обеспечивалась скользящая посадка. Конец прутка, заостренный, как шило, пропускают через капсюль, захватывают плоскогубцами, подтягивают до конца и обрезают кусачками заподлицо с поверхностью капсюля. Остается вставить капсюль под пластинку шультера и закрепить ось шурупом.

При глухих шультерах целесообразно использовать старые оси, если они плотно сидели в шультерах. Сняв с одного конца оси напильником заусенцы, шультер и капсюль кладут плашмя на опору, совместив отверстиями, а сверху вставляют ось обработанным концом вперед. Когда ось из первой щечки капсюля войдет в отверстие шультера, можно взять узел в руки и произвести окончательную запрессовку плоскогубцами, стараясь при этом не перекосить капсюль; ось точно станет на свое место.

Целесообразность использования старых штифтов заключается в том, что они, как правило, дают достаточную подвижность в суконных втулках капсюлей и плотную, неподвижную посадку в дереве детали.

Опыт работы ленинградской фабрики «Красный Октябрь» показывает, что сила трения осей в капсюлях молотков

должна находиться в пределах 15—20 Г, а в капсюлях шпилеров — 6—8 Г. Это можно проверить, подвешивая на ниточке к капсюлям гирьки технических весов.

Если соединение вышло тугим и подвижность оси недостаточна, надо прибегнуть к декатировке, т. е. уплотнению капсюльного сукна. Небольшое количество воды смешивают со спиртом в пропорции 3:1 и эту смесь пипеткой впускают по одной капле в каждый подшипник.

После декатировки оси приобретают нужную подвижность. Иногда эту операцию приходится повторять дважды до получения необходимой свободы движений.

Описанные здесь приемы восстановления нормальной работы капсюльных соединений шультеров целиком распространяются и на капсюли шпилеров, фигур, детали механизмов рояля. Отличается только гарнировка рояльных молоточных капсюлей «английской» конструкции. Эти капсюли имеют продольный разрез обеих щечек, проходящий посередине каждого отверстия для подшипников; вкладыш образуется из суконной петельки, охватывающей отверстие и выходящей концами на передний торец щечки капсюля. Ось шультера свободно вдвигается через прорезы в суконные вкладыши, завинтив отверткой стяжной винтик, соединяющий разрезанные части капсюля, стягивают прорезь и подшипники полностью охватывают концы оси. Плотность обжатия оси в капсюле и, следовательно, ее подвижность можно регулировать винтом.

При замене износившегося сукна во втулочках капсюли надо развинтить, вынуть шультера и сукно срезать ножом с обеих щечек. По длине старых полосок выкраивают новые шириной 4—5 мм из капсюльного сукна. Две полоски закладывают в прорезы капсюля, затем туда вставляют кусочек проволоки, заменяющей ось, и зажимают капсюль винтом. Концы полосок смазывают клеем и прижимают к торцам капсюля. После выдержки из капсюлей вынимают проволоку и обрезают свесы сукна острым ножом или бритвой.

При поломках капсюлей механизмов современных стандартных конструкций их заменяют новыми, но при ремонте старых механизмов с нестандартными, более длинными и узкими капсюлями, их неизбежно придется восстанавливать; в треснувшие щечки впускают клей и через прокладки стягивают их малыми струбцинками.

Новые капсюли, шпилеры, демферные головки и прочие части следует изготовлять только в исключительных случаях, например, при утрате нестандартных деталей или полной их поломке. В этом случае рекомендуется использовать части новых механизмов, выработанных из древесины граба или клена, которые трудно достать и не менее трудно обрабатывать без специального оборудования и режущих инструментов.

Ремонт фигур включает в себя различные операции. Часто отклеиваются шпилерные капсули, в результате шпилерный узел сбивается в сторону. В этом случае фигуру надо отсоединить от бентика, вывинтить от механизма, счистить старый клей с деталей и заново вклеить шпилер на место. Выдержав клеевое соединение в течение 30 мин, фигуру снова вмонтируют в механизм.

При поломке фенгерной проволоки (что часто случается при регулировке механизма) надо из фигуры осторожно выколотить узким пробойником оставшийся конец проволоки. Снятую фенгерную головку перевинчивают на новую проволоку и, промазав клеем ее нижний рифленый конец, вбивают осторожно в фигуру до плотной посадки. Далее, пользуясь винтовой нарезкой, устанавливают фенгерную головку на один уровень с остальными фенгерами. Фенгерный фильц, протертый до образования глубоких выемок, подлежит обязательной замене, так как сильный износ нарушает действие механизма; молотки при обратном ходе не захватываются, возникает дреббелирование. Толщина нового фильца должна быть одинаковой с неистертыми подушечками крайних регистров и желателен одной окраски, обычно зеленой. Новый фильц приклеивают на всю поверхность фенгерных головок.

Сломанные или деформированные шпилерные пружины требуют замены. Гнездо пружины в фигуре должно быть тщательно очищено от старого клея. Новую пружину также надо смазать по нижнему витку клеем и вправить пинцетом или от руки в то же гнездо. Рекомендуются вставлять спиральные пружины фабричного производства, так как для изготовления самодельной пружины требуется упругая тонкая латунная проволока, которую навивают на специальном намоточном приспособлении.

У фигур рояльных механизмов двойной репетиции часто отклеиваются промежуточные стойки. Приклейка их обязательна, иначе нарушается работа механизма. При потере упругости репетиционных пружин в старых механизмах попытка восстановить упругость регулировочным винтом на репетиционном рычаге приводит лишь к прогибу пружины до поверхности нижнего рычага. В таких случаях пружины надо заменять новыми, изготовленными из латунной проволоки диаметром 0,5—0,7 мм, со строгим соблюдением линейных размеров старых образцов.

Существует еще один дефект, свойственный механизмам швандеровской конструкции — это перетираание концами пружин нитяных петелек шпилеров, что сразу же выводит эти шпилеры из строя и вызывает их западание. Для замены требуется тонкий крученный шнурок из шелковой или хлопчатобумажной нити. Вывинтив фигуры из механизма и вытолкнув оси, вынимают шпилеры. Из шпилеров следует выколотить деревянные

шпенечки, зажимающие концы петелек, и вклеить новые петли, точно сохраняя длину. Концы шнурков надо снова зажать шпенечками. При установке шпилеров в фигурах, используют старые оси, если их посадка была достаточно плотной.

Нередко приходится иметь дело с мелким, но неприятным дефектом — скрипение пружин в шпилерных петельках из-за образования окисла на латуни. В таком случае из механизма вынимают весь узел фигур вместе с их брусом. Приподняв каждую фигуру, высвобождают крючок пружины из петельки, счищают окисел острием ножа с крючка пружины и смазывают его салом.

Ремонт демпферных узлов — устранение длительного призвука, возникающего от уплотнения фильцев, пораженных молью. Это дефект достаточно серьезный, он мешает слушать музыку.

Здесь не поможет ни усиление пружин, ни более точная регулировка демпферов. Надо заменить фильцевые подушечки.

Сняв с проволочек демпферные головки (в рояле их вынимают из капсулей и демпферлейстика), их нумеруют по порядку, а затем острым ножом срезают старый фильц и счищают следы клея. Новый фильц должен быть нарезан в строгом соответствии с длиной и шириной старых подушечек. Наиболее осторожно и аккуратно надо нарезать плоский мягкий фильц (пушель) для глушения гладких струн. Его режут по линейке очень острым широким ножом, так как этот фильц пружинит и имеет свойство выскакивать из-под ножа; в результате кромки получаются неровными. Только очень острый режущий инструмент, плотный прижим линейки и правильное положение ножа позволяют предотвратить брак.

Плоский пушель, изготовленный целой полосой на комплект дискантовых головок, должен быть прошит вдоль белой ниткой; это увеличивает его пружинящие свойства и прочность. Затем на две такие заготовки последовательно приклеивают весь комплект демпферных головок дискантового регистра и сверху прижимают грузом. После выдержки 40—60 мин в прессе дать около двух часов свободной выдержки для затвердения клея, затем тонким широким ножом прорезать фильц в промежутках между головками, стараясь получить ровные вертикальные обрезанные кромки.

Заготовки на головки тенорового перехода с тройным кленовым фильцем и на басовые демпферы с одинарным клинком и желобчатым фильцем нарезают отдельными пластинками и приклеивают поштучно. Суконные прокладки под фильцем на демпферных головках, поврежденные многократными переклейками или молью, заменяют новыми.

В демпферных фигурах пианино довольно часто выходят из строя пружины, теряя упругость. Дефект можно ликвидиро-

вать, выгибая пружины вручную или на специальном инструменте так, чтобы они приобрели выпуклую форму и сильнее нажали на демпферные головки. В случае поломки опорных кончиков пружин, вправленных внутрь демпферных капсулей, всю пружину надо заменить новой. Чтобы вынуть поврежденную пружину, надо из капсулей таких демпфергальтеров шилом вытолкнуть плетеный шнур с сердечником. Заправляя новую пружину в шлиц капсуля, ее опорный конец вставляют в специальное отверстие, а затем заправляют внутрь плетеный шнур. Если эта прокладка повреждена или для замены нет нового шнура, можно в отверстие ввести деревянный шпенок из мягкой древесины. Надо помнить, что для басовых демпферов нужны пружины более толстые, сильные.

При поломке демпфергальтерных капсулей стандартных механизмов желательно их заменить новыми с обычной перештифтовкой. При нестандартных старых конструкциях возможна склейка капсулей с дальнейшей запрессовкой струбцинами.

Когда во время игры или включения правой педали слышен скрип демпферных пружин (от трения их концов о кирзу на демпфергальтерах), надо конец каждой пружины оттянуть и слегка смазать его салом. Для смазки мест контакта трущихся металлических деталей о сукно и замшу можно применять только сало и животный внутренний жир без примесей соли; вазелин и другие минеральные масла способствуют возникновению скрипов.

В рояльных демпферных узлах возникают свои специфические дефекты и прежде всего — истирание сукна в отверстиях демпферлейстиков.

Перед удалением демпферов надо установить уровень зажатия демпферных проволок в капсулях контрклавиатурных фигур. Для этого в деревянный брусок ввинчивают шуруп с плоской головкой. Положив этот брусок на поверхность шульрамы под подъемной доской правой педали, шуруп ввинчивают так, чтобы подъемная доска поднялась до контакта с демпферными фигурами, но сами демпферы не открывали струны для свободного звучания. Шаблон должен сохраняться до конца монтажа и регулировки демпферов. После снятия мерки можно приступить к разборке демпферного узла.

Старое сукно из отверстий демпферлейстиков выталкивают шилом или ножом. Затем из капсульного сукна нарезают полоски шириной, равной длине окружности отверстия. Полоску, продетую в демпферлейстик снизу, смазывают клеем, передвигают до конца и острой бритвой или ножом обрезают сукно с лицевой стороны лейстика. После затвердения клея, втулочки разрабатывают круглым шилом и ставят лейстики на место. Далее идет монтаж демпферов, который значительно облегчался благодаря наличию установочного шаблона.

В старых роялях Блютнера, Дидерихса контрклавиатурные фигуры насажены не на капсули, а наклеены на полоски гибкой пергаментной кожи, передние концы которых вклеены в узкие пропилены самих фигур, а задние — в пространство между двумя длинными брусками, привинченными к футору. В результате в местах сгиба пергамент перетирается и разрывается и демпферы отсоединяются от контрклавиатурных брусков.

В условиях ремонтных цехов такие контрклавиатуры надо заменять современными узлами с капсульными соединениями. Единичные фигуры ремонтируют только одним, технически не совершенным приемом: оторванную контрклавиатурную фигуру вынимают, тонкой ножовкой пропиливают в ней шлиц, где был конец пергамента, и вклеивают туда полоску новой пергаментной кожи, сложенную вдвое, выпустив наружу концы длиной по 10 мм каждый. Эти концы надо развести вверх и вниз, промазать клеем и плотно приклеить к передней кромке контрклавиатурного бруска на то место, где раньше находилась данная демпферная фигура. Затем, проверив подвижность деталей на подъеме и опускание, можно поставить демпфер на место.

Ремонт клавиатуры — склеивание сломанных клавиш. Клавиши часто ломаются в слабых местах: на гнезде среднего капсуля и по перерезанным коротким волокнам на перегибах. Единственное средство ремонта — склейка. Волокна в месте излома промазывают горячим высококачественным мездровым или желатиновым клеем и совмещают точно в одно целое; места склейки с обеих сторон перекрывают бумагой, накладывают плоские цулаги и зажимают небольшими струбцинами.

В этот момент очень важно проверить по линейке общую прямолинейность клавиши по нижнему основанию — она не должна иметь приподнятую или опущенную хвостовую часть. Если при проверке обнаружена кривизна, надо до затвердения клея ее выправить. Выдержка в струбцинах — не менее 8 ч.

Затем на обеих боковых пластих клавиши плоским напильником зашлифовывают ровную выемку глубиной 0,5—0,8 мм, протирающуюся в обе стороны от места склейки на 50—60 мм. Эту выемку в клавише плотно закрывают пластинкой фанеры. Обе стороны фанеруют одновременно струбцинами через цулаги. После выдержки свесы фанеры срезают стамеской вровень с кромками клавиш, а пласти фанеры зашлифовывают шкуркой заподлицо с поверхностью клавиши.

Выработку выходного отверстия в донышках клавиш можно ликвидировать, врезав новое донышко. Для этого в клавише снизу делают ножовкой поперек два пропила глубиной по 3 мм каждый, на расстоянии 15—20 мм от отверстия. Эту часть древесины срезают и выравнивают плоским напильником. Сюда же приправляют планочку из выдержанной березовой или кленовой древесины. Приклейку ведут обычным способом

с запрессовкой струбцинкой. Свесы застрагивают рубанком вровень с поверхностью клавиши; снизу намечают точку опоры клавиши (это можно определить по соседним клавишам) и через нее дрелью со спиральным сверлом просверливают отверстие, точно соответствующее диаметру опорного штифта.



Рис. 38. Развертка для донышек

Если новое донышко имеет толщину более 3 мм, его надо сделать тоньше, так как большая толщина перемычки создает весьма ощутимое сопротивление качанию клавиши при игре.

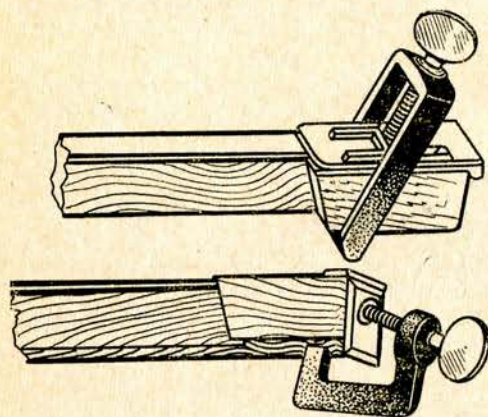


Рис. 39. Струбцины для наклейки кости

Разрабатывают донышко специальной ручной фрезой — разверткой, вставляемой через капсюль сверху (рис. 38). Обработку продолжают до тех пор, пока острое развертки не выйдет на один уровень с нижней поверхностью клавиши.

Потертое сукно или кожа в капсюлях требует обязательной замены. Старый материал счищают ножом, затем из капсюльного сукна нарезают длинные полоски шириной 10—12 мм.

Концы двух полосок на длину 8—10 мм покрывают густым горячим клеем, вводят в нижний (передний) капсюль и зажимают деревянным или металлическим клином с заплечиками. Полоски обрезают ножом вровень с краями заплечиков и выдерживают в течение 15—20 мин; затем клин можно вынуть.

При гарнировке верхнего капсюля полоски сукна, смазанные клеем, вводят через щели с боков капсюля и продергивают вверх, зажимая клином. Поскольку еще встречаются клавиатуры, гарнированные специальной клавиатурной кожей одной стороны строжки, то при износе единичных клавиш приходится подбирать тонкую кожу типа обувной или галантерейной, желательнее неокрашенную. Техника наклейки остается той же.

При поломках или утрате верхних капсюлей надо приготовить новые пластинки из березы, клена, бука, причем прямоугольные прорезы должны быть ориентированы для каждой клавиши отдельно, с учетом ее перекаса. Капсюли приклеивают на клавиши просто на притир, направляя прорезь всегда строго по ходу клавиши, т. е. параллельно их лицевым частям.

Отставшие на лицевых частях клавиш косточки приклеивают, предварительно подобрав их в цвет клавиатуры и в соответствии с размером и конфигурацией заплечиков; старый клей и наслоение грязи с клавиш и косточек удаляют тряпочкой, смоченной теплой водой.

Кость хорошо приклеивается синтетическими клеями типа БФ-2. Клей наносят кисточкой ровным слоем на клавишу и косточку, дают ему подсохнуть 10—15 мин, затем наносят второй свежий слой и сразу же плотно накладывают косточку на клавишу. Положив сверху прижимную цулагу, клавишу запрессовывают маленькой струбцинкой (рис. 39) на 6 ч.

Применять мездровый или желатиновый клей не рекомендуется, так как этот клей просвечивает через кость и придает ей темный цвет, что портит внешний вид клавиатуры. В этом случае в клей вводят основу цинковых белил — порошок литопон до тех пор, пока клей не станет белым, как сметана.

Кость можно заменить пластмассой типа сополимера или целлулоидом. Для этого старые косточки отпаривают и осторожно отделяют от клавиши тонким ножом, стараясь не зацепить древесину. Мелкие выбоины шпаклюют лаковой или клеевой замазкой с мелом, крупные требуют столярной заделки.

Облицовочный материал отрезают по линейке ножом от листа ровной полосой шириной 152—155 мм и длиной на всю клавиатуру. Одну сторону полосы тщательно обрабатывают рубанком цанубелем до полного уничтожения глянцевого покрытия, чтобы обеспечить хорошее сцепление с клеем. Затем с клавиатурной рамы снимают черные клавиши, оставляя белые, под передние края которых подкладывают ровную рейку толщиной 10—11 мм, для выравнивания поверхности под наклейку.

Смазанную клеем полосу прикрепляют двумя мелкими гвоздиками по задней кромке лицевой части, чтобы полоса при запрессовке не сдвинулась в сторону. Самым лучшим клеем является нитроцеллюлозный клей АК-20, применяемый без подогрева. Можно пользоваться комбинированным клеем из смеси обычного мездрового (20% сухого клея) с нитролаком (33%), остальная вода и растворители нитроцеллюлозы — бутилацетат, уксусная кислота. Такой клей применяют в горячем виде. Но сначала желательно целлулоидную заготовку слегка размягчить со стороны приклейки чистым ацетоном или эфиром типа бутилацетата. Независимо от вида клея, его намазывают на

облицовку и на клавиши и сразу же запрессовывают обычными столярными струбцинами через цулагу. Выдержка в прессе 4—6 ч, затем свободная выдержка не менее 3—5 суток. После этого поверхность облицовки циклюют, а затем шлифуют самой мелкой стеклянной шкуркой, навернутой на плоский кусок пробки. Следующий этап — окончательное сглаживание и полировка облицовки до получения глянца. Обработку ведут суконным тампоном, смачиваемым спиртом и присыпаемым сначала порошком мелкой пемзы, а затем просто мелом. Очень хороший глянец дает располировка белой пастой № 289 и 290, применяемой для полировки металлов и мебели. По окончании отделки на полосе при помощи карандаша и линейки размечают границы между клавишами, которые затем распиливают мелкозубой лучковой пилой или пожовкой. Сняв клавиши со штифтовых рамы, осторожно выпиливают промежутки, где должны проходить полтона. Кромки выравнивают мелкими шлифными напильниками, круглят шлифовальной шкуркой и полируют обычным способом.

При ослаблении посадки штифтов клавиатурной рамы штифты вынимают, а гнезда заклеивают деревянными (буковыми или кленовыми) клинышками. После выдержки припуски срезают, размечают центра, просверливают отверстия диаметром, меньшим на 0,8 мм диаметров самих штифтов и вставляют штифты на место, стараясь при этом не нарушить равномерное размещение клавиш и ровность их по передней кромке.

Пораженные молью или чересчур уплотненные суконные шайбы и польстер на клавиатурной раме заменяют новыми, не дожидаясь появления стука при подъемах и опускании клавиш.

Польстеры в современных инструментах изготавливают из специального рояльного сукна толщиной 5 мм. Его нарезают полосой шириной 25—30 мм. Такие польстеры надо приклеивать только на половину их ширины для сохранения упругости материала и предотвращения стуков. В механизмах старых конструкций польстеры изготовлены из более тонкого (3—4 мм) сукна. В случае необходимости использовать любое отделочное или техническое сукно, его нарезают на полосы шириной 20—23 мм, сложив одна на другую 3—4 полосы, их сверху перекрывают более широкой полосой из того же материала. Кромки этой замыкающей полосы промазывают небольшим количеством густого клея и притирают каким-нибудь гладким предметом. Получается плотная подушечка польстера без клея в середине. Толщину польстеров и малых суконных шайб вагебанка уточняют по клавиатуре; клавиши, надетые на свои штифты, должны на 18—20 мм возвышаться спереди над поверхностью замочного бруска и иметь друк порядка 10 мм. Шайбы, как суконные, так и регулировочные бумажные, вырубают специаль-

ным пробойником, имеющим внутри скользящий пуансон, который прокалывает у шайб центральное отверстие для посадки на штифты.

Профилактика клавиатуры требует систематической чистки потемневшего дерева клавиш шкуркой, промывания от грязи лакированных капсюлей и клавиатурных клецов (под пилотами), а также чистки пожелтевшей кости, если, конечно, желтизна, являющаяся фотохимическим процессом внутри кости, не поразила ее на всю толщину. Обычно наружный слой кости удаляют циклеванием, затем шлифуют, удаляя царапины при помощи все более тонких шлифовальных материалов: пемзы, венской извести, мела; глянец на кости появляется чрезвычайно легко от полирования суконкой со спиртом и небольшим количеством мела. Боковинки косточек шлифуют и полируют специальным узким деревянным клинком, обернутым тканью. При обнаружении ржавчины на клавиатурных штифтах, ее надо удалять шлифованием, сначала тонкой истертой шкуркой, а затем пемзой, нанесенной на тряпочку. Перед окончательным надеванием обработанных клавиш, штифты смазывают тончайшим слоем сала (но не вазелина).

Если плотность посадки свинцовых пломб в клавишах заметно уменьшилась из-за усыхания древесины и при игре слышен их стук — надо каждую клавишу боком положить на металлическую опору и ударами молотка развальцевать пломбы, обеспечив их неподвижное закрепление.

Сборка механизма пианино. Профилактика молоточковых механизмов, связанная с общей проверкой технического состояния всех узлов и чисткой, неизбежно требует подтягивания всех шурупных соединений, которые со временем ослабевают, особенно при эксплуатации инструментов в условиях центрального отопления, дающего сильную усушку древесины. Но подвинчивание шурупов отверткой может обернуться в трудоемкую операцию.

Если детали механизма были сделаны из недостаточно высушенной древесины, которая досушивалась уже в самом изделии, попытка силой дотянуть шурупы, чтобы обеспечить плотное присоединение частей, приводит только к отрыву их головок. В таких случаях проверка плотности соединений превращается в длительный процесс отвинчивания всех деталей, углубления всех шурупных отверстий шилом, покрывания мылом нарезной части шурупов; только после этого детали прочно станут на место.

Углубление отверстий под шурупы в шультерах с накладной пластинкой надо делать особо осторожно самым тонким шилом, чтобы не расколоть хрупкие детали.

Сильно выработанные отверстия в гаммербанках, сопровождающиеся провертыванием шурупов, заклеивают деревянными

шипам с последующей разверткой новых отверстий шилом или шурупы меняют на больший размер.

Процессы сборки механизма пианино после проведения ремонта зависят от характера работы. Наиболее исчерпывающим примером может служить случай капитального ремонта механизма со снятием всех рабочих частей. Последовательность сборочных операций в этом случае может служить ориентиром при частичных работах меньшего масштаба.

Станок молоточкового механизма, т. е. гаммербанк на стойках, ставят на стол и тщательно очищают от пыли кистями и влажными тряпками; загрязненные места можно проциклевать острым ножом. Затем станок кладут оборотной стороной вверх, отвинчивают первую от крючка демпферной штанги, поддерживающую ее петлю, вынув штангу из остальных петель, ее вместе со штырями очищают мелкой шкуркой от следов ржавчины и промазывают салом. После этого демпферную штангу устанавливают на место. Далее механизм снова ставят вертикально и проверяют подвижность винтов ауслезерных пупок. Это делают специальной отверткой — ауслезерным ключом. Если от образования ржавчины винты заклинило, поворачивать их силой опасно — можно отломать верхние петельки винтов. Надо в основание каждого ауслезерного винта, где он входит в ауслезерный лейстик, впустить по капле машинного масла или керосина — винты начнут легко вращаться. Затем подтягивают отверткой винты крепления стоек к гаммербанку и приступают к самой сборке.

Прежде всего на место устанавливают демпферные узлы, чтобы молотки и другие узлы механизма не мешали регулировке демпферов. Затем в корпус пианино устанавливают механизм, привинчивают демпферные головки и регулируют демпферы на полное глушение и ровный отход при работе правой педали.

Вынув механизм из корпуса, его ставят на стол и привинчивают на гаммербанк молоточковые узлы. После укрепления на стойках механизма рулейстика молотки ложатся на свой польстер.

Выправление хода молотков (рихтовка) — очень ответственная операция, так как из-за самого минимального искривления осей или их перекоса в капсюлях молотки ударяют не по центрам своих струнных хором, а задевают за соседние головки. При выправлении хода молотков механизм опять вставляют в корпус и разравнивают их на равные интервалы (шпатцы) с одновременной разбивкой по своим струнным хорам. Это делают шпатцэйзенем — широкой тонкой отверткой, которую вводят в промежутки между шультерными капсюлями и, осторожно нажимая на боковые кромки капсюлей, перемещают таким образом молотки в поперечном направлении. Снова механизм

ставят на стол, подложив под торцы или гаммерштили группы молотков линейку, молотки медленно двигают вперед и назад, выявляя молотки с косым ходом. Отметив направление смещения, отверткой поворачивают на два оборота капсюльный шуруп и в пространство между поверхностью гаммербанка и капсюлем вкладывают линцетом узкую бумажную ленточку — со стороны, противоположной направлению смещения молотка. Потом шуруп снова плотно завинчивают. В результате рихтовки молоточные головки могут повернуться наискось. Для устранения этого дефекта гаммерштили скошенного молотка нагревают (примерно на середине длины) на пламени специальной спиртовой лампочки с длинным изогнутым носиком. Нагретая древесина приобретает пластичность. Молоток, зажатый пальцами, поворачивают так, чтобы он встал параллельно соседним головкам.

Следующая операция — привинчивание на гаммербанк фигур. Механизм кладут на толстые массивные бруски обратной стороной вверх. Поставив фигуры так, чтобы шпилеры вошли под ауслезерные и шпилерные лестики, их привинчивают. Затем, поставив механизм в вертикальное положение, разравнивают интервалы между фигурами с обязательной проверкой их совпадения с шультерами.

После этого в петли шлейфов вдевают бентики.

Сборка механизма рояля. Монтаж начинают со сборки клавиатуры. Клавиатурная рама предварительно должна быть тщательно вычищена; штифты очищают от налетов коррозии и смазывают. Во всех случаях регулируют степень свободы посадки клавиш на штифтах.

Приступив к сборке самого механизма, фигурный узел опирают бруском на стол и, подкладывая линейку под фигуры, поднимают и опускают их, чтобы выявить детали с косым ходом. Такие фигуры рихтуют прокладкой бумажных полосок под капсюли. Затем фигурный узел устанавливают на место, привинчивая к стойкам.

Ход молотков у молоточкового узла также обязательно рихтуют, но в отличие от пианино в рояле бумажные ленточки подкладывают под капсюли со стороны, в которую уводит молотки. Выправив молоточные головки (также путем нагрева гаммерштилей), гаммербанк с молотками привинчивают к металлическим стойкам и устанавливают гаммерлейстик на штырях металлических стоек.

Далее следует центровка всех деталей с тщательной проверкой шпатцев между фигурами, совпадение шпилеров с молоточковыми узлами (шультерными барабанчиками). Это можно сделать шпатцэйзенем, вводя его между капсюлями. Собранный механизм привинчивают к опорным брускам клавиатурной рамы.

Демпферный узел монтируют в следующем порядке: прежде всего к среднику футора привинчивают брусок с контрклавиатурными фигурами. Затем на край резонансовой деки привинчивают демпферный лейстик, центрируя его по старым шурупным отверстиям. Но прежде чем окончательно затянуть шурупы, надо убедиться, что отверстия пришлись точно на интервалы между струнными хорами; в противном случае проволока может задевать за струны. После этого на переднюю кромку полки средника привинчивают линейку, ограничивающую подъем демпферов.

Демпферные проволоки перед установкой желательно очистить от грязи и коррозии истертой шкуркой или пемзой. Если в демпферлейстиках поставлены новые суконные втулочки, их еще раз надо разработать гладким, достаточно массивным шилом. Поставив на место подъемную доску правой педали и привинтив ее клетцы к среднику футора, устанавливают демпферные головки. Сначала подъемную доску поднимают на уровень заранее отрегулированного шаблона, затем демпферные проволочки пропускают через лейстик в демпферные капсули.

Совместив демпферную головку с направлением струнного хора, конец проволоки зажимают в капсуле, завинтив шуруп отверткой. Одновременно проверяют, насколько свободно поднимается и опускается демпфер, как он глушит струны.

Когда установка всех демпферов окончена, следует вынуть из-под доски шаблон и тщательно проверить качество глушения, одновременность подъема всех демпферов при нажатии правой педали. Демпферы, отстающие от общей линии или ее опережающие, надо подкорректировать, пропустив более длинный конец проволоки в демпферный капсюль или выдвинув из него. Западание демпферов чаще всего означает, что демпферная проволока перекошена и зажимается в демпферлейстике. В этом случае на середине длины проволоки плоскогубцами выгибают небольшое колено так, чтобы верхняя часть ее, проходящая через отверстие в лейстике, и нижняя, заправленная в капсюль, были строго параллельны.

Регулировка клавишно-молоточковых механизмов. Бесперебойная устойчивая работа инструмента с высокой степенью репетиционности во многом зависит от качества регулировки клавишно-молоточкового механизма. Для пианиста очень много значит, когда сопротивление всей клавиатуры ровное, неутомительное, когда глубина клавиш одинакова по всему диапазону, реакция механизма на прикосновение пальцев к клавиатуре мгновенна и механизм настроен настолько чувствительно, что способен безотказно воспроизводить любые оттенки исполнительской техники.

Регулировка механизма пианино проводится в определенной последовательности.

Выравнивание молотков на рулейстике — механизм ставят на стол и, прикладывая линейку к задним концам молоточковых кернов, выявляют молотки, выходящие из линии. Если молотки выступают вперед, надо сверху вниз проутюжить нагретым утюжком (стальной прут диаметром 7—8 мм, заправленный в деревянную ручку) молоточковый польстер в том месте, где ложится гаммерштиль выправляемого молотка. Если, наоборот, молотки отступают из линии назад надо на их гаммерштиль сзади, где они ложатся на польстер, наклеить небольшие полоски бумаги. Если общая линия молоточков на польстере не прямая, а вогнутая — ее выпрямляют, подклеивая полоски отделочного сукна в пространство между польстером и поверхностью подвижного рулейстика.

Проверка установки механизма — механизм помещают в корпус на его опоры и проверяют плотность посадки на опорных болтах, покачивая его стойки вверх и вниз, вперед и назад. При неплотных контактах легкими ударами молотка слегка пригоняют упорные болты, в которые упираются верхние концы стоек, чтобы механизм стоял на опорах плотно. Затем специальным пластинчатым шаблоном проверяют штейнунг, вводят шаблон в пространство между молоточными головками и струнами. При правильном штейнунге шаблон входит только вплотную или, во всяком случае, без больших просветов. Если штейнунг велик, из-под концов неподвижного рулейстика (там, где он прилегает к стойкам), вынимают прокладку, а если их нет, то дерево рулейстика слегка подрезают в местах прилегания, чтобы подвижный рулейстик с польстером и молотками вдвинулся внутрь ближе к струнам. Если штейнунг мал, под концы неподвижного рулейстика прокладывают прокладки из картона или плотного фельца, благодаря чему весь рулейстик и молотки отодвинутся от струн. Но регулировка штейнунга целесообразна только в тех случаях, если речь идет о механизмах новых или прошедших капитальный ремонт с заменой польстеров и молотков, а также при отличной сохранности механизмов, когда молотки ни разу не подвергались шлифовке. В старом механизме с сильно изношенными молотками, намного уменьшившимися в размерах, попытка отрегулировать ход молотков нарушит всю установку механизма; в этом случае надо оставить увеличенный штейнунг.

Проверка пилотов и регулировка шпилерлюфта — пилотные головки должны точно центрироваться по фигурным выступам: проволоку изгибают специальными плоскогубцами с фасонными губками — крепцангами. При выполнении этой работы следует сохранять строгую вертикальность головок. Затем регулируют шпилерлюфт, т. е. зазор между головками шпилеров и шультерными выступами, когда молотки лежат на польстере. Эта операция заключается в подвинчивании пилотов шилом, а если

пилоты пластмассовые, то специальным ключом, так чтобы зазор был минимальным, почти равным нулю. Это проверяют легким покачиванием клавиш — не должно ощущаться такого холостого хода, когда фигуры слегка приподнимаются, а молотки неподвижно лежат на польстере. Но совершенно недопустима и тугая посадка шпилеров, когда шультерные выступы буквально «сидят» на шпилерах. Это вызывает неизбежное проскакивание шпилеров при игре и, как следствие, западание. Посадку шпилеров проверяют, ударяя пальцами по клавишам у основания пилотов; если молотки при этом подрагивают, значит они сидят на шпилерах, а польстера не касаются. Надо опустить пилоты, чтобы молоточки легли на польстер, но малейшее прикосновение к клавишам должно сопровождаться немедленным страгиванием молотков с места.

Регулировка клавиатуры — ответственная операция. Прежде чем приступить к выравниванию клавиш, надо проверить, насколько свободно они сидят на штифтах клавиатурной рамы. Если клавиши сами по себе двигаются с трудом или западают, значит они зажаты в капсулях. Клавиши надо снять со штифтов и обжать сукно или кожу в капсулях при помощи друкдангена — специальных плоскогубцев, у которых одна губка снабжена свободно вращающейся на шарнире широкой пяткой, а вторая заострена и скошена внутрь. Вводя попеременно в обе щечки капсуля клиновую губку, создают запрессовку, которая, расширяя внутреннее пространство капсуля, дает возможность клавише свободно скользить на штифтах. Пятка второй губки предохраняет древесину клавиши от вмятин снаружи. Если встречается чрезмерное поперечное качание клавиш на штифтах, вызывающее стучание при игре, надо развальцевать древесину вокруг капсулей и сам материал гарнировки легкими ударами маленького молотка с круглым бойком.

Уплотнившуюся кожу старых капсулей рекомендуется поскоблить острым ножом, чтобы поднять ворс в местах контакта со штифтами — это ликвидирует малые люфты и стук. Когда клавиши достаточно плотно сидят на штифтах и в то же время свободно, без трения опускаются и поднимаются, приступают к выравниванию шпатцев (интервалов) между клавишами. Это можно выполнить только специальным клавиатурным ключом, представляющим собой крепкий стальной стержень с прорезью на конце, вправленный в поперечную рукоятку. Надев ключ на направляющие штифты под клавишами, отгибают их вправо или влево, добиваясь абсолютно равных шпатцев.

Выравнивая клавиатуру, надо поставить замочный брусок перед клавиатурой и установить высоту двух крайних и одной средней клавиши диапазона. Для этого под суконные шайбы опорных штифтов пинцетом подкладывают бумажные шайбы. Крайние клавиши должны быть приподняты над поверхностью

замочного бруска на одинаковую величину — 22 мм (это надо проверить линейкой с делениями), а средняя — на 23÷23,5 мм, т. е. на 1—1,5 мм выше. Одновременно следует проверить друк тех же клавиш, который должен равняться 10 мм. Друк проверяют специальным шаблоном — друкклетцем, представляющим собой брусочек из металла или дерева площадью, равной величине широкой косточки белых клавиш, т. е. 22×25 мм и толщиной на переднем крае — 10 мм, а на заднем — 7. Друкклетц накладывают на опущенную клавишу и сравнивают уровень его поверхности с соседними поднятыми клавишами; если проверяемый друк нормален, — уровни совпадают, если друк мелкий (менее нормы) — друкклетц будет выше соседних клавиш. После этого остальные белые клавиши выравнивают по контрольным точкам. Равномерность поверхности клавиш диапазона проверяют по мере прокладывания бумажных шайб специальной линейкой, имеющей при длине около 1100 мм небольшую симметричную впадину с глубиной до 1,5 мм. Выровненная по линейке клавиатура должна быть не прямолинейной, а слегка выпуклой. Эта особенность является мерой предосторожности против быстрого проседания клавиш среднего регистра (наиболее быстро изнашиваемых) от обмятия и спрессовки прокладок клавиатурной рамы.

Уровень высоты черных клавиш устанавливают также по контрольным клавишам. Здесь в основу положен принцип, что все клавиши должны начинать рабочий ход от одного уровня. Только при таком условии пианист, переходя при игре с белых тонов на черные полутона не испытает разницы туше, т. е. не ощутит чисто психологического затруднения от смены физических усилий. Поэтому черные клавиши приподнимают над белыми на толщину целлулоидной или костяной облицовки белых клавиш, т. е. в среднем на 1÷1,5 мм. Черные клавиши поднимают и выравнивают так же при помощи бумажных шайб, и проверяют той же линейкой.

Необходимо заметить, что устанавливать уровень возвышения белых клавиш на 20—22 мм над замочным бруском можно лишь в пианино и роялях неустаревших конструкций: в пианино только перекрестных систем и выпущенных не позднее 90-х годов прошлого столетия, а в роялях — только с механизмами двойной репетиции.

Старые конструкции английских, венских и прочих механизмов создавались нестандартно, кустарно; клавиши в них гораздо ниже по высоте, а друк не превышает 8—9 мм; соответственно должен быть и уровень их установки. Также нельзя пренебрегать толщиной польстера. Если он тонкий, клавиши будут очень опрокинуты, их передние концы полностью вылезут из-за замочного бруска. Между нижними кромками клавиш и поверхностью бруска образуется некрасивая щель.

Польстер всегда должен быть подобран так, чтобы клавиши при нормальном друке не выходили за грань бруска.

Регулировка ауслезирования состоит в том, что каждую клавишу медленно нажимают пальцем левой руки и наблюдают за движением молотка к струнам; нормальным моментом срыва молотка от выхода шпилера из-под шультерного выступа считается, когда он на 4 мм не дойдет до линии удара в басу

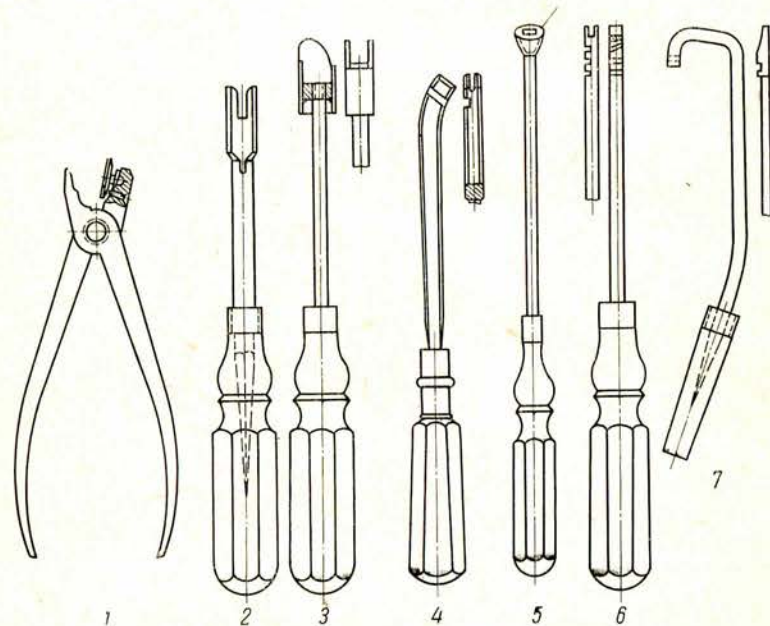


Рис. 40. Инструменты для регулировки механизмов:

1 — друканген; 2 — клавиатурный ключ; 3 — фенгерный ключ; 4 — фенгерный крепэйзен; 5 — ауслезерный ключ; 6 — демпферный крепэйзен; 7 — ложечный крепэйзен

и на 2—3 мм в дискантовом регистре. Такое выключение регулируют подвинчиванием ауслезерных пупок ауслезерным ключом 5 (рис. 40).

Иногда при сильных износах мягких прокладок шультеров и ослаблении шультерных пружиннок приходится давать более раннее выключение до 5 мм, иначе молотки начинают дрожать и прижиматься к струнам. Надо помнить, что ранний контакт шпилера с ауслезерной пупкой значительно утяжеляет игру, делает ее вязкой.

Регулировка друка белых клавиш — норму хода регулируют, подкладывая под суконные друкшайбы бумажные или картонные шайбы. При достаточном опыте по друкклетцу устанавливают две-три клавиши, а остальные регулируют на ощупь, на-

жимая одновременно одну контрольную (выверенную) клавишу и две соседние неотрегулированные. Так сразу ощущают мельчайшую разницу уровней. Однако, чтобы при этом не разойтись с контрольной величиной друка — периодически делают проверку шаблоном.

Известно, что норма глубины хода клавиши имеет допуски в пределах $\pm 0,5$ мм. Этим надо пользоваться и выбирать в каждом механизме такой друк, чтобы при медленном опускании любой клавиши явно чувствовался под пальцем момент срыва, то есть выхода шпилера из-под молотка. Это должно произойти, когда клавиша не дойдет до друкшайбы на 1—2 мм. Это явление называется «нахдруком» и должно быть обязательно, если механизм исправен и правильно отрегулирован. Когда нахдрук выжимается с трудом или его вовсе нет, надо пересмотреть всю установку механизма, уровень клавиш, регулировку ауслезирования, но добиться получения нормального нахдрука.

Установка молотков на фенгер должна быть произведена таким образом, чтобы все фенгерные головки образовывали абсолютно прямую линию. Для этого прежде всего крепуют фенгеры при помощи крепангов, так чтобы они центрировались по контрфенгерным головкам, имели ровные шпатцы и сами были строго вертикальные. Затем надо проследить, чтобы фенгеры были на одном уровне по высоте; для этого их подвигивают. Устанавливают фенгеры фигур, работающих от белых клавиш так, чтобы молоток при обратном ходе от струн захватывались, пройдя 15 мм. В одну линию с отрегулированными фенгерами белых клавиш подгибают фенгеры фигур, связанных с черными клавишами. Фенгерные головки отгибают пальцами или специальной пластиночкой с боковой прорезью — фенгерным крепэйзеном. При правильном выполнении работы все фенгерные головки должны образовывать абсолютно прямую линию.

Регулировка друка черных клавиш проводится после того, как по линейке выровнены все белые клавиши и все фенгеры механизма и отрегулирована глубина опускания белых клавиш. Нарушение друка полутонов заключается в нарушении расстояния, на котором фенгеры полутонов тормозят молотки на обратном ходе. При глубоком друке клавиша поднимает фигуру на большую высоту, а ее фенгер глубже уходит внутрь механизма, и молоток, отлетающий от струны, захватывается фенгером на расстоянии, значительно ближе к струнам, чем требует норма.

При мелком друке клавиша поднимает фигуру на малую высоту, ее фенгер дальше отстоит от внутреннего пространства механизма и молоток, отлетающий от струн, успеваает пройти значительно бóльший путь до контакта с фенгером. Значит,

если одновременно нажать две белые клавиши и находящуюся между ними черную, по позиции молотка черной клавиши можно судить какой друк: молоток выдвинут вперед — глубокий друк, молоток выдвинут назад — мелкий.

Остается так подобрать толщину бумажных прокладок под друкшайбами, чтобы молотки полутонов захватывались на фенгер в одну линию с молотками тонов. Это самый надежный способ регулировки друка полутонов.

При нормальном друке поверхность черных наклеек при полном опускании клавиш полутонов должна возвышаться над поверхностью поднятых белых клавиш на 2 мм.

Регулировка демпферов — полное заглушение струн без призвуков.

Единственный инструмент, которым это можно сделать — демпферный крепэйзен. Он представляет собой жесткий стальной стержень, на торце и боковых кромках которого сделаны шлицы для захвата демпферной проволоки. Изгибая верхние концы проволоки вправо или влево, все демпферные головки направляют точно по ходу струн, а подгибая низ проволоки — выравнивают интервалы между демпферами. Затем внешним осмотром и прослушиванием выверяют плотность прилегания демпферных подушечек к струнам всей их поверхностью. Регулируют это, изгибая проволоку непосредственно под головками.

Очень важно также добиться одновременного отхода демпферов при нажатии правой педали. Для этого изгибают вперед и назад проволоки внизу у самого основания. Отрегулированные демпферы должны отходить и прижиматься к струнам как единое целое.

Если клинковый фильц двойных басовых и тройных переходных струн входит в пространство струнных хоров с затруднением, его можно подпрессовать нагретыми круглогубцами или другим инструментом. Если демпферы все же оставляют призвуки, надо усилить демпферные пружины, выгнуть их крепэйзеном.

Регулировка демпферных ложек — подгибание ложек вперед или назад при помощи специального (изогнутого коньком) ложечного крепэйзена. Демпферные ложки подгибают вперед или назад так, чтобы все демпферы трогались с места и отходили от струн только в момент, когда молотки пройдут не менее половины хода. Предельный отход демпферов должен получиться порядка 6—7 мм, чтобы за это время клинки басовых демпферов успели полностью выйти за поверхность навитых струн. Если нет специального инструмента, ложки можно регулировать демпферным крепэйзеном, но тогда придется каждый раз механизм откидывать назад.

Регулировка педалей — подвинчивание металлических или деревянных гаек на нарезной части штифтов, соединяющих пе-

дальные лапки с передаточными рычагами — цугами, регулируют работу обеих педалей. Правая педаль «forte» при полном нажатии должна отводить все демпферы от струн на 7—8 мм. Левая педаль «piano» должна сдвигать подвижный рулейстик вместе с молотками на 20—22 мм. При этом демпферная штанга и рулейстик не должны вплотную подпираться подъемными палками; педали должны пройти 2—3 мм на холостом ходу, прежде чем начинается их активная работа.

Регулировка бентиков — заключительная операция регулировки всего клавишно-молоточкового механизма — это подтягивание бентиков. Для этого проволоки шлейфов изгибают так, чтобы в момент полного нажатия левой педали, когда рулейстик сместит все молотки до предела, все бентики ровно натянулись и слегка струнули с места фигуры. Одновременно надо проверить не задевают ли шлейфы за фенгеры соседних фигур. Шлейфы изгибают тем же крепэйзеном, что и фенгеры.

Установка демпферлейстика проводится после проверки работы демпферного узла. Для этого привинчивают на место планку демпферного ограничительного лейстика. Она должна отстоять от демпферов еще на 2—3 мм при полном их отходе под действием педали. Также регулируют и второй ограничительный лейстик — шпилерный. Его подвинчивают на двухходовых винтах так, чтобы при самом предельном отходе шпилеров назад еще остался просвет в 2—3 мм.

Регулировка механизмов пианино с репетицией, абстрактами и верхним демпфером несколько отличается от регулировки современных пианино.

Концертные пианино выпуска девяностых годов и начала нашего столетия оборудовались механизмами с удлинителями —

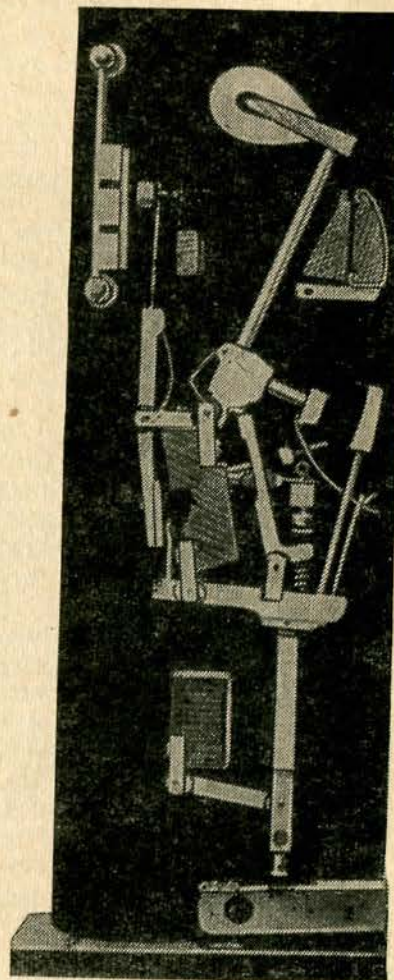


Рис. 41. Механизм пианино с абстрактом

абстрактами, позволяющими при стандартной высоте клавиатуры над полом (около 730—750 мм) получить связь с высоко поднятым до линии удара механизмом (рис. 41).

Абстракты — это вертикальные рычажки, шарнирно присоединенные верхним концом к фигурам обычной конструкции. Нижние их концы в отдельных случаях имеют завинченные в торец винты с пилотной головкой, которые опираются в кир-

зовые прокладки на клавишах; в других случаях концы абстрактов опираются на регулируемые планки с выступами, привинченные на клавишах.

Регулировка таких механизмов ничем не отличается от обычной, с той лишь разницей, что регулировка шпилерлюфта при накладках с выступами требует применения отвертки, которой подтягивают шурупы, меняя таким образом величину подъема накладки. Но даже если нет необходимости регулировать шпилерлюфт, шурупы накладок надо обязательно проверять и закреплять, так как из-за усушки древесины клавиш может образоваться слабость этих шурупов, вызывающая стучание при игре.

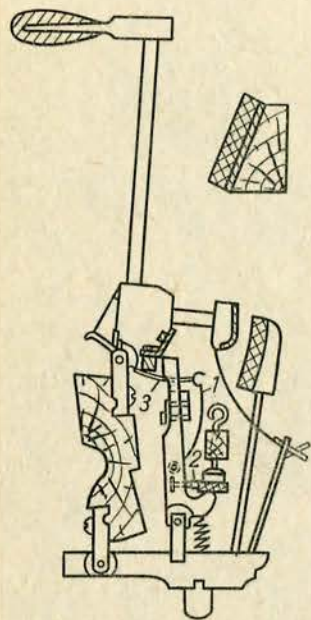
Выпускались механизмы и с репетиционным устройством, заключавшемся в дополнительной пружине, вделанной в шпилер, которая концевым крючком соединялась с петелькой, выпущенной из шультера (рис. 42). Эта гибкая связь затрудняет разборку и монтаж механизма, так как надо специальным проволочным крючком и пинцетом протягивать петельку через шпилер и подводить под нее пружину.

Рис. 42. Механизм пианино двойной репетиции:

1 — репетиционная пружина; 2 — регулировочный винт пружины; 3 — соединительная петля

Механизм регулируют как обычно, но предварительно ослабив силу репетиционных пружин и отпустив нажимные винты в шпилерах. По окончании регулировки репетицию надо снова ввести в действие, но так, чтобы при этом не возникло дрожание молотков и отбрасывание их на струны. Цель репетиции в этом случае — только ускоренная отдача механизма, готового к действию с половины хода клавиш.

Механизмы с верхним демпфером — довольно распространенная в прошлом конструкция, встречающаяся и до сих пор в ста-



рых пианино выпуска до 1908—1910 гг. Здесь на обычный механизм сверху накладывается планка с демпферными головками 1 (рис. 43), тяги от которых входят в передние концы рычагов. Такая демпферная система действует менее результативно, чем современная с пружинным прижимом; верхний демпфер всегда оставляет довольно заметные призвуки из-за малых размеров глушительных подушечек и прижима их только собственным весом демпферных рычагов.

Чтобы отремонтировать и отрегулировать такой механизм, надо целиком снять демпферную систему, вытащив проволоки из фигур и отвинтив планку от стоек. После того как закончены все работы над механизмом, проверяют демпферный узел: чистят фильц, проволоки, укрепляют шурупы. Затем демпферный узел устанавливают на место и регулируют.

Демпферные головки должны точно перекрывать хоры струн, иметь достаточный проход. Это делают креповой проволокой. Начало отхода демпферов от струн регулируют подвинчиванием проволочных тяг. Здесь также демпферы должны действовать только с половины хода молоточков.

Если отдельные хоры струн дают сильные призвуки, надо немного вывинтить демпферные головки, сидящие на резьбе, и выдвинуть их вперед, обеспечив таким образом более сильный прижим фильца к струнам.

Регулировка механизма рояля имеет много общего с регулировкой пианино ввиду большого сходства в принципе действия механизмов в процессах их регулировки, нормативах и требованиях к качеству этих работ. Однако в устройствах роялей есть своя индивидуальность, заключающаяся в основном в горизонтальном расположении всех узлов, размещении механизма внутри корпуса под струнами, наличии специальных устройств второй репетиции.

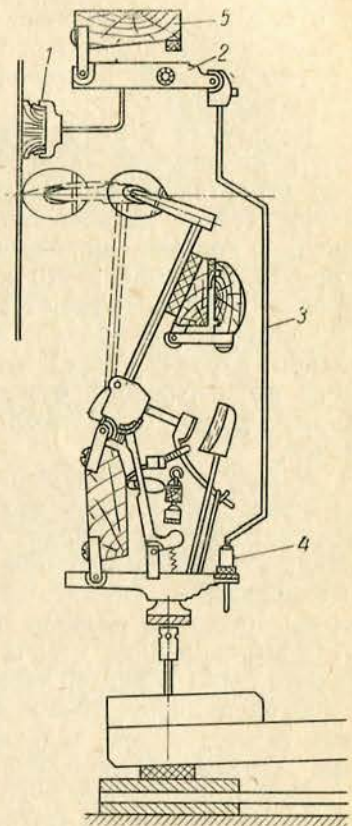


Рис. 43. Механизм пианино с верхним демпфером:

1 — демпферная головка; 2 — демпферная фигура; 3 — проволочная тяга; 4 — регулировочная пунка; 5 — съемная демпферная доска

Для удобства выполнения регулировки необходим ровный плоский стол достаточно больших размеров.

Регулировка клавиатуры выполняется в тот момент, когда молоточковый механизм еще не установлен на клавиатурной раме. Способы расширения и уплотнения клавиатурных капсюлей, также как и выравнивание шпатцев, точно такие же, как и в клавиатурах пианино. Только в некоторых сериях старых роялей фабрики Беккера плотность посадки на штифтах регулируют винтами, присоединяющими подвижные щечки капсюлей к клавишам.

Приступая к выравниванию клавиатуры, следует помнить, что в механизмах двойной репетиции клавиши на клавиатурных штифтах можно поднимать только до предела хода шпилеров; всякая дальнейшая попытка снять клавиши приведет лишь к поломке шпилерных рычагов. Выдвинув механизм из корпуса и поставив его на стол, клавиши, принятые за контрольные, приподнимают до отказа и под их суконные шайбы на штифты вагебанка пинцетом подкладывают бумажные шайбы, заранее прорезанные ножницами с одной стороны — от края до центрального отверстия. Затем механизм вдвигают в корпус рояля и линейкой проверяют установку контрольных точек.

Работу повторяют до тех пор, пока не получат ровного превышения этих клавиш над бруском на 20—22 мм. Дальнейшее выравнивание производят обычным способом, т. е. снимая клавиши и подкладывая целые шайбы, но для этого приходится отвинчивать и снимать на время гаммербанк с молотками, чтобы ничто не мешало свободному удалению клавиш. Этот этап выравнивания клавиатуры проделывают на столе, поэтому работа носит характер черновой подготовки.

Окончательное точное выравнивание делают с установленным гаммербанком, подкладывая для ровности клавиатуры тонкие разрезные бумажные шайбы.

Подготовка фигур — подвинчивание регулировочных винтов. Когда гаммербанк с молотками снят, специальным инструментом, типа миниатюрного ауслезерного ключа или тонкими плоскогубцами, подвинчивают регулировочные винты с пупками на шпилерах так, чтобы задняя кромка шпилеров точно совместилась с вертикальной осью шультерных барабанчиков. Затем устанавливают высоту репетиционных рычагов так, чтобы торцы шпилеров, проходящие через отверстия в репетиционных рычагах, находились на 0,3 мм ниже поверхности рычагов. В механизмах фирмы «Швандер» это делают тонкой отверткой, подвинчивая винтик сверху фигуры, а в механизмах фирмы «Стейнвей» — плоскогубцами или ключом, применяемым для шпилерных установочных винтиков, подвинчивают пупки на концах репетиционных рычагов.

Регулировка молотков — выравнивание их в одну линию. Выравнивание по струнным хорам делают, когда механизм стоит в корпусе. Молоточки поворачивают вправо или влево специальным шпатцэizenом. Инструмент этот представляет собой плоский стальной стержень с вырезами на концах по форме капсюльных хвостиков.

Если хвостики капсюлей для устойчивости закреплены штифтами в гаммербанк, — их нельзя поворачивать шпатцэizenом. В этом случае, установив по месту отдельные контрольные точки, механизм помещают на стол и, отпуская отверткой капсюльные шурупы, сдвигают молоточки в нужную сторону.

Затем следует установка молотков по норме штейнунга. Вдвинув механизм в корпус, пилоты подвинчивают шилом или тонкой жесткой проволокой так, чтобы фигуры приподняли молоточки на заданный уровень.

Штейнунг проверяют специальной линейкой с делениями, которую вводят плашмя между хорами струн; нижний конец линейки должен касаться головок молотков. Отметив в корпусе отдельные контрольные точки и поместив затем механизм на стол, выравнивают в линию все остальные молотки. Если контакт между фигурами и клавишами выполнен шарнирными рычажками — абстрактами (см. рис. 35), штейнунг регулируют, завинчивая шурупы, прикрепляющие накладные капсюли к клавишам. Для этого применяют специальную боковую отвертку, стержень которой заканчивается квадратной головкой с четырьмя лезвиями, укрепленными под разными углами, что дает возможность попадать в шлицы шурупных головок с любого положения руки.

Учитывая, что со временем в результате усыхания древесины шурупы накладных капсюлей освобождаются, вызывая дребезжание и стуки во время игры, эти шурупы надо закреплять.

Установка гаммерлейстика заключается в том, чтобы в механизмах двойной репетиции молоточковые узлы в исходном положении не лежали на пальстере, как в простых однорецептиционных механизмах. Их все время поддерживают в подвешенном состоянии репетиционные рычаги фигур; гаммерлейстик с пальстером фактически является лишь ограничителем предельного хода молотков при их возвращении от струн. Подвинчивая нижние опорные гайки на штырях, гаммерлейстик устанавливают так, чтобы между поверхностью пальстера и гаммерштиля оставался просвет в 3—4 мм.

Регулировка ауслезирования проводится по тем же нормативам, что и пианино, но вирбельбанк и рама в дискантовой части закрывают поле зрения настолько, что движение молотков трудно различимо. Поэтому, пока механизм в корпусе, устанавливают лишь отдельные контрольные точки в басу,

теноровой части и среднем дисканте. Регулировку ведут, как и в пианино на медленном ходу клавиш; ауслезерные пупки подвинчивают шилом или проволокой, добываясь остановки молотков за 3—4 мм в басу и 2—3 мм в теноровой и дискантовой частях. Затем механизм ставят на стол. Над линией молотков надо укрепить планки, горизонтально установленные на уровень ауслезирования контрольных молотков. Такие планки удобно надеть на металлические прутки, вбитые вертикально в деревянные опорные бруски. Когда шаблон установлен, производят регулировку ауслезирования всех остальных молотков диапазона. Затем планки снимают, механизм вдвигают в корпус и проверяют ауслезирование на месте; главное — не допустить прижатия молотков к струнам, и, наоборот, раннее выключение утяжеляет игру.

Регулировка друка — операция, ничем не отличающаяся от регулировки пианино. Здесь также очень важно добиться сочетания нормального хода с четким нахдруком, т. е. получения приятного туше.

Установка молотков на фенгер, т. е. захват молотков, выполняют на расстоянии 12—15 мм их обратного хода от струн так же, как и в механизмах пианино — в период между регулировкой друка белых и черных клавиш. Сначала регулируют только отдельные контрольные точки на басу и среднем регистре, затем механизм ставят на стол и последовательно регулируют все остальные фенгеры.

Довольно часто молотки срываются с фенгеров, особенно при слабых ударах. Это случается, когда кожа на фенгерах протерта, а хвостовики молоточных кернов от трения стали гладкими до блеска. Придерживая прочно каждый молоток, чтобы не повредить капсульное соединение, на его хвостовике делают насечку драчевым напильником или цанубельной железкой.

Регулировка репетиционной пружины в механизмах модели Швандера, Лангера заключается в подвинчивании специального винта, создающего давление на репетиционную пружину. Достаточно повернуть этот винт на один-два оборота, чтобы включить активную репетицию. Она проявляется в том, что при ослаблении давления на нажатые клавиши, освобождающиеся пружины подбрасывают слегка вверх репетиционные рычаги и лежащие на них молотки.

Репетиция должна быть одной силы по всему диапазону и обеспечить быструю повторяемость ударов без проскакивания. Чтобы устранить проскакивание, надо проверить упругость и силу репетиционной и шпилерной пружин, подвижность шпилеров на оси, высоту установки репетиционного рычага и глубину захождения шпилера под шультерный барабанчик. Очень важно, что шпилеры надо утопить, слегка приподняв винтами

репетиционные рычаги, или подвинтив на шпилерах упорные винты с пупкой, чтобы шпилеры своей задней кромкой не переходили за вертикальный диаметр шультерного барабанчика.

В механизмах, где репетиционная пружина не имеет регулировочного винта, ее регулируют, подгибая изогнутым крепэйненом, который вводят сбоку фигуры. Нужно избегать чрезмерно сильной репетиции, так как даже слабое нажатие клавиш приведет к срыву молотков с фенгеров и дробным ударам по струнам.

К репетиционным качествам механизмов надо причислять не только возможность большого числа повторений ударов молотка по струнам, но и предельно быстрый отвод молотков от струн. Если репетиционный рычаг и подпирающая его пружина сообщают молотку подвижность, возможность мгновенно лететь к струнам, то эти же элементы второй репетиции могут нанести непоправимый ущерб нормальному функционированию механизма, так как после нажатия клавиши молоток получит толчок не только шпилером, но и репетиционным рычагом, который даже после выключения шпилера будет прижимать молоток к струнам. Этой чрезмерной активности второй репетиции противостоит одна деталь — винт абкник, вделанный в молоточный капсуль. Он дает возможность репетиции выполнять только нормальные ее функции — поддерживает молоток на весу, ограничивая беспредельное движение рычага вверх.

Высоту подъема репетиционных рычагов регулируют, подвинчивая винты абкник тонкой отверткой, чтобы репетиционные рычаги в момент подъема останавливались на 0,5—1 мм хода фигуры раньше, чем шпилеры выйдут из-под шультерных барабанчиков, т. е. в момент выключения рычага молоток должен иметь некоторое свободное пространство для отхода от струн.

Регулировка демпферов достаточно подробно описана на стр. 140, следует только добавить, что во время профилактики и регулировки нужно обратить внимание на качество глушения и бесшумность работы демпферного узла. Прежде всего надо убедиться, что фильцевые подушки демпферных головок плотно прилегают к струнам и что нет призвуков. Затем быстро поднимая и опуская демпфер от правой педали или нажимая снизу подъемную доску рукой, надо проверить, достаточно ли быстро падают демпферы и нет ли западаний. Этот дефект устраняют чистой проволокой, разработкой тугих суконных втулочек демпферлейстика гладким шилом или, наконец, подгибкой демпферных проволок плоскогубцами. Очень важно, чтобы при нажатии клавиш демпферы поднимались только с половины хода клавиш и молотков; ранний контакт значительно увеличивает динамическую нагрузку на клавишах, утяжеляет игру.

Нужная позиция демпферного узла задается уже в период его монтажа внутри корпуса, т. е. контрклавиатурные рычаги

или их ложки должны быть на 4—5 мм приподняты над концами клавиш. Когда демпферный узел правильно смонтирован — демпферы поднимаются от нажатия клавиш на 5—6 мм от струн.

Регулировка педалей — подклеивание суконных шайб на верхний торец подъемного штока, который подпирает подъемную доску, чтобы правая педаль «forte» поднимала все демпферы одновременно на 7—8 мм от струн. Но в роялях модели «Блютнер» шток связан с подъемной доской шарнирным контактом; здесь ход демпферов от педали регулируют винтом с двухходовой резьбой, вделанным в подъемный шток. У роялей марки «Стейнвей» ход педалей регулируют подвинчиванием нарезной втулки на верхнем конце подъемного штока педальной лиры. Ограничительную линейку, расположенную под демпферными проволоками, надо поставить на высоту 10 мм от исходного положения демпферных фигур. Левую педаль «piano» регулируют при поставленных на место бакенклетцах, в пазы которых входят направляющие штифты клавиатурной рамы. При правильной регулировке механизм смещается от давления угольника фершибунга на 3 мм вправо и все молотки ударяют не по полному хору из двух или трех струн, а по одной или двум струнам. Только в районе субконтроктавы и контроктавы молотки по-прежнему возбуждают одну струну, но другим участком фильцевой головки. Такую величину смещения регулируют упорным шурупом, установленным с правого бока клавиатурной рамы, головка которого приходится против прокладочной шайбы в бакенклетце. Пружина обратного хода на правой стенке корпуса должна быть проверена на упругость, чтобы она досылала механизм до исходной позиции.

Очень важно обеспечить бесшумность работы педального устройства. Это значит, что все соединения должны быть тщательно очищены от ржавчины, окислов; истертые или пораженные молью прокладки заменены равноценными новыми, ходы выклеены хорошим сукном или кирзой. Места контактов смазывают: дерево по дереву или по сукну сухим мылом, шарниры металлических узлов — тавотом или машинным маслом, оси в сукне — салом. Чтобы педальная лира не раскачивалась от давления ногами на педальные лапки, надо очень плотно завинчивать болты или шурупы крепления лиры и ставить втулую упорную палку между лирой и шульрамой.

Регулировка венских механизмов в принципе не отличается от регулировки современных механизмов рояля. Изредка еще встречаются старые рояли с примитивным подбрасывающим механизмом (см. рис. 7). Их работоспособность целиком зависит от состояния молоточковых узлов, пергаментных соединений качалок со стопорными крючками. Надо тщательно отрегулировать плоскогубцами плотность зажима гаммершти-

лей в центрах латунных вилок; слабина может вызвать поперечные биения молотков. Так же недопустима и тугая посадка — появится западание.

Порванные или непрочные пергаментные перемычки качалок заменяют, а если их повреждено много, следует переклеить весь затц.

Изношенные суконные прокладки заменяют новыми, но все они должны иметь одинаковую толщину.

Также очень важно точно отрегулировать клавиатуру по линейке, создать ровные зазоры между хвостиками гаммерштилей и крючками качалок. Зазор должен быть порядка 0,8 мм — его регулируют, вывинчивая латунные вилочки из клавиш.

Затем регулируют ауслезирование, подвинчивая пупки на выступах гаммерштилей. Пупки должны сбрасывать крючки в момент, когда молотки будут еще на расстоянии 2 мм от струны. Сначала регулируют отдельные контрольные точки, затем, поставив механизм на стол и закрепив над молотками линейку уровня ауслезирования, регулируют все остальные пупки. Молоточковый узел устанавливают на фенгер обычными методами, чтобы молотки захватывались за 15 мм от струн. Высоту подъема демпферов устанавливают подвинчиванием демпферных проволок так, чтобы ход демпферных головок начинался с половины хода клавиш.

Для облегчения работы с венскими механизмами низ клавиатурной рамы и всю поверхность подкладной деревянной рамки еще до начала регулировки надо тщательно вычистить и натереть сухим мылом.

Регулировка английских механизмов — выравнивание клавиатуры — это основная цель регулировки. Кроме того, во всех вариантах английских механизмов должен быть осязаемый шпилерлюфт (около 0,3 мм). В механизмах старых конструкций, где шпилеры насажены седлом на осях внутри самих клавиш, шпилерлюфт регулируют на весь диапазон, изменяя уровень посадки гаммербанка на стойках, а у отдельных шпилеров подбирая суконные вкладыши определенной толщины в седле шпилера или шлифуя верхний торец. Хорошую подвижность создают, натирая графитом трущиеся части шпилеров и усиливая шпилерные пружины, выгибая их.

В модернизированных английских механизмах, где шпилеры закреплены в накладных капсулях, люфт регулируют подвинчивая шурупы этих капсулей боковыми отвертками. Для регулировки ауслезирования в механизме, где ауслезерные винты с пупками пропущены горизонтально через гаммербанк, надо иметь специальный ключ с квадратом по размеру винтов. Если винты покрылись коррозией в древесине и плохо проворачиваются, для облегчения хода винтов надо предварительно смазать нарезку.

В новейших системах механизмов рояля ауслезерное устройство выполнено по типу механизмов пианино; его регулируют обычным ауслезерным ключом. В репетиционных вариантах механизмов (рис. 44) репетицию включают двумя регулировочными винтами спереди и сзади шпилера обычным пианинным ауслезерным ключом. Можно довольно точно установить репетиционную пупку, которая поддерживает шультер и молоток после удара по струнам.

Очень трудоемка наладка и регулировка самой старой демпферной системы — «ирландской», в которой демпферные головки приклеены к тонким деревянным планкам, скользящим в двух направляющих линейках.

Эти планки, изготавливаемые из фанеры березы или клена, часто ломаются или коробятся, заклинивая демпферы в направляющих линейках. Такие планки целесообразно заменить новыми. При замедленном ходе демпферов надо при помощи шлифования боковых пластей планок и натирки их воском довести демпферы до свободного скольжения.

Регулировка блютнеровского механизма — эта оригинальная система двойной репетиции (рис. 45) была разработана около 90 лет тому назад известным немецким фортепианным мастером Ю. Блютнером. Для качественной работы очень важно, чтобы все суконные прокладки клавиатуры и механизма были в хорошем состоянии, имели ровную толщину. Кроме того, на работоспособность этого механизма очень сильно влияет сохранение проволочными деталями их правильной первоначальной формы. Прежде всего необходимо проверить плотность закрепления всех шурупов; одновременно выправляют разбивку молоточков по струнным хорам. Затем, подвинчивая боковой отверткой шурупы накладных капсюлей на клавишах, добиваются, чтобы шпилеры вплотную, без люфта входили под выступы абстрактов, подвешенных шарнирно к гаммерштилям; в блютнеровском механизме молоточки должны лежать на своем полстере. После регулировки шпилерлюфта следует проверить точность пасовки направляющих штифтов абстрактов в выклеенных замшей гнездах накладных капсюлей; малейший перекосяк штифтов вызывает западание молоточкового узла. Исправить такой дефект можно только осторожным выгибанием штифтов небольшими плоскогубцами. Ауслезирование регулируют ауслезерным ключом или тонкими плоскогубцами по обычной норме: 2—3 мм от струн.

Друк регулируют здесь немного мельче, чем в обычных механизмах двойной репетиции, а именно в пределах 9 ÷ 9½ мм; при этом проявление нахдука необязательно. Фенгеры должны захватывать молотки на отходе от струн до 20—22 мм. Действие репетиции регулируют, осторожно подгибая коленчатые пружины вверх или вниз так, чтобы они свободно скользили

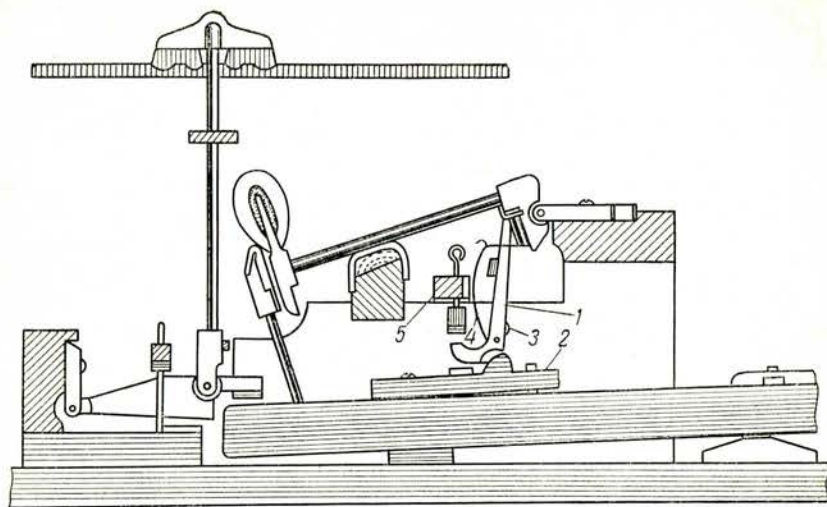


Рис. 44. Механизм английской конструкции с добавочной репетицией: 1 — шпилер; 2 — накладной шпилерный винт; 3 — регулировочный винт репетиции; 4 — репетиционная пружина; 5 — ауслезерный узел

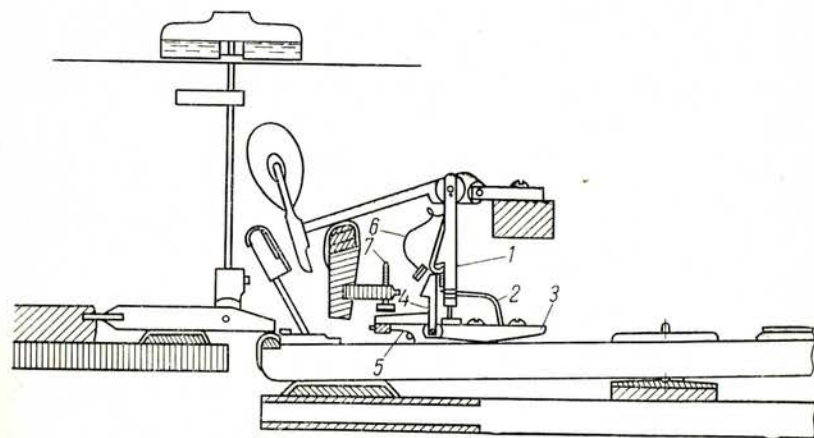


Рис. 45. Механизм системы Блютнера: 1 — абстракт; 2 — коленчатая репетиционная пружина; 3 — накладной шпилерный капсюль; 4 — шпилер; 5 — шпилерная пружина; 6 — ограничительная пружина с пупкой; 7 — ауслезерный винт с пупкой

в выклеенном сукном шлице абстракта и давали возможность молоточку свободно падать вниз. При нажатых клавишах молоточки, падающие от струн, должны задерживаться коленчатыми пружинами на расстоянии 3 мм от струн.

В заключение надо проверить положение изогнутых вспомогательных пружинок с пупками, укрепленных на абстрактах; они должны быть точно размещены против головок шпилеров, но не доходить до них 2—3 мм.

Вывешивание клавиатур — важным элементом игровых качеств механизмов является статическое сопротивление, ощущаемое исполнителем при игре. Оно должно находиться в определенных пределах, так как очень легкий механизм будет затруднять пианиста в смысле регулирования силы удара; в то время как тяжелый, с большим сопротивлением механизм очень быстро утомит исполнителя. Весовые категории механизма нормализуют при помощи свинцовых пломб, которые запрессовывают в клавишах, или установкой разгрузочных пружин на фигурах.

Опыт показал, что клавиши хорошо уравновешенного механизма должны опускаться почти на половину величины друка (т. е. на 4—5 мм) от статического груза (в среднем около 60 г).

В механизмах пианино и роялей английского типа клавиши испытывают малую нагрузку от шпилеров и молотков; кроме того, размеры задней клавиши почти не отличаются от размеров переднего плеча. Поэтому здесь свинцовые пломбы вставляют в задние части клавиш, чтобы они, будучи на 4—5 г тяжелее передних плечей, сами падали на пальстер. В роялях с механизмами двойной репетиции, где вес фигурных и молоточковых узлов достаточно велик, приходится утяжелять передние плечи клавиш. Благодаря запрессовке свинца в лицевые части клавиш создается нормальное ощущение легкости во время игры.

Из опасения, что чрезмерное сосредоточение груза в передних частях клавиш может сделать клавиатуру рояля инертной, так, что клавиши после нажатия будут возвращаться назад замедленно и не смогут поспевать за беглой игрой, иногда на задних концах фигур делают дополнительные разгрузочные пружины, которые воспринимают вес механизма, что уменьшает количество свинца в клавишах. Вывешивание обычно делают в новых инструментах или при замене механизма в капитально ремонтируемых инструментах. На передний конец клавиши собранного механизма кладут гирю весом 80 г в басу, 60 г в теноровом регистре и 50 г в дискантовом, а на протяжении переднего плеча с равными интервалами размещают столько свинцовых пломб, чтобы они опустили клавишу до момента контакта с демпферным узлом. Затем в клавишах сбоку высверливают отверстия и в них запрессовывают подобранные пломбы.

КОРПУС ФОРТЕПИАНО

Корпус любого пианино и рояля закрывает и предохраняет все рабочие части от механических повреждений и придает инструменту законченный художественный вид.

Корпус пианино. В зависимости от марки пианино корпус может иметь различное оформление, но детали, составляющие корпус, одни и те же (рис. 46).

Боковые стенки представляют собой деревянные фанерованные щиты, соединенные с футором на клею; с боковых сторон эти стенки закрывают футор 1, деку, струны 4 и механизм. К стенкам посредством клея и шурупов прикреплены все остальные детали корпуса, включая штудьраму 12.

Детали корпуса делятся на щитовые и брусковые: к щитовым относятся: стенки, передние рамы 6 и 14, верхняя крышка 5, консоли 13, клап 8, цокольный пол 17. К брусковым деталям относятся: замочный 10 и цокольный 16 бруски, крючок клапа 9, карниз 7, цирлейстик 19, пилястры, пюпитр.

Основу щитовых деталей составляют склеенные бруски из хвойных или мягколиственных пород древесины, фанерованные с двух сторон клееной, лущеной и ножевой фанерой; внутренние поверхности — лущеной или клееной, наружные — ножевой (орех, красное дерево, чинар, клен) и клееной фанерой. Фанеру с красивой текстурой применяют для облицовки под прозрачную отделку, клееную и не текстурную — под черную.

Щитовые детали могут быть изготовлены из запрессованных древесных плит, с облицовкой с двух сторон фанерой.

Для предотвращения коробления щитовых деталей их склеивают из узких брусков с чередующимися направлениями годовичных слоев и фанеруют поперек и вдоль древесных волокон основы в два слоя с обеих сторон.

К ножкам и нижней обвязке футора крепятся шурупами четыре ролика для передвижения инструмента. Ролики бывают литые чугунные или металлические штампованные. Большой прочностью обладают ролики со стальным корпусом, чугунные ролики при ударах быстро разрушаются. Обычно ролики не имеют радиально упорных подшипников, что в значительной степени затрудняет передвижение инструмента. Отдельные фирмы выпускают рояли на роликах, снабженных радиальными и упорными шариковыми подшипниками, что облегчает перекатывание инструмента.

Штудьрама, являющаяся базой для установки клавиатуры и механизма, снизу привернута к бачкам и установлена на высоте 620—680 мм от пола (первая величина присуща малогабаритным пианино, вторая — нормальных размеров).

Корпус рояля. Назначение корпуса рояля такое же, что и корпуса пианино, но в силу горизонтального расположения

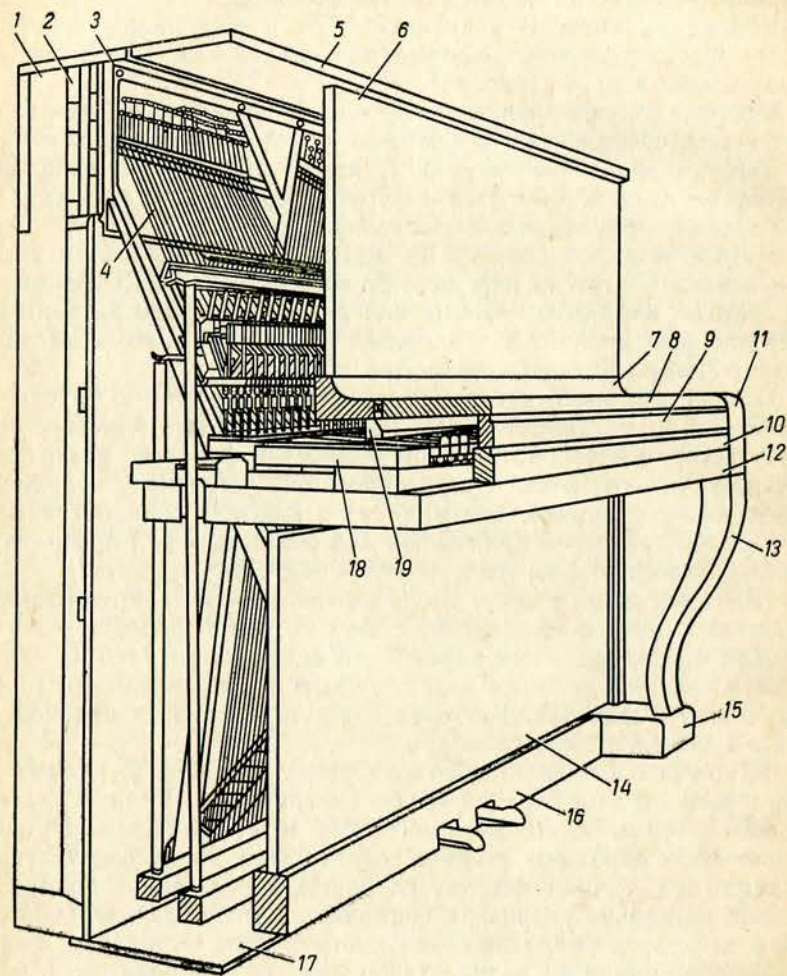


Рис. 46. Корпус пианино в разрезе:

1 — футор; 2 — вирбельбанк; 3 — металлическая рама; 4 — струны; 5 — крышка; 6 — верхняя рама; 7 — карниз; 8 — клап; 9 — крючок клапа; 10 — замочный брусок; 11 — бочки; 12 — шульрама; 13 — консоль; 14 — нижняя рама; 15 — ножка; 16 — цокольный брусок; 17 — цокольный пол; 18 — бакенклетц; 19 — цирлейстик

струнной одежды, опорных конструкций, механизма и крыловидной формы в плане, корпус рояля конструктивно отличается от пианино.

Стенки корпуса роялей подразделяются на составные (склеенные из отдельных частей) и гнутые. Внешне очертания составных корпусов с шиповыми соединениями отдельных частей характеризуются угловой формой, тогда как гнутые корпуса имеют плавную обтекаемую форму. Гнутые корпуса проще в изготовлении, более прочны при меньшем весе и красивее.

Основой для сборки корпуса служит футор, к которому приклеивают выгнутые по форме стенки корпуса из склеенных вместе листов фанеры или деревянных щитов, пропиленных на стгибах. Передняя кромка вирбельбанка и чугунной рамы закрывается бруском, называемым форбаумом. В этот брусок вмонтирована пластина ригельного замка, создающего запор для клапа. Шульрама рояля должна быть жестко и прочно прикреплена к футору и стенкам. Ножки рояля могут быть точеные или четырехгранные. Точеные ножки ввинчиваются в фусклетцы посредством деревянных винтов, а четырехгранные — закрепляются в клиновидных металлических замках. Нижние концы ножек снабжены роликами.

Для крепления задней ножки у роялей снизу прикрепляют массивный щит — полик, опирающийся на обвязку и шпрейцы футора.

Клавиатура закрывается клапом, имеющим обычно закругленную форму. Рояльный клап, изготовленный цельным из мягколиственных пород древесины, оклеен с двух сторон облицовочной фанерой.

Клап навешен на металлических пластинах — пятниках на стенках корпуса. Сверху корпус закрывается крышкой, состоящей из двух частей — передней прямоугольной и задней крыловидной, которые между собой соединяются длинной петлей. Задняя крышка навешивается на бортовых петлях на левой стороне. Крышки могут быть подняты на угол 45° и установлены на штиц.

Крышки рояля не должны коробиться, поэтому их в основном изготавливают из древесины тополя и фанерируют с обеих сторон два раза.

Вдоль переднего края крышки (напротив форбаума) привинчивается шурупом или крепится на металлических зажимах (штрибках) замочный брусок. В этот брусок врезают основную часть замка, при помощи которого одновременно запираются крышка и клап инструмента.

Нотный поупитр рояля является съемной частью. Основой поупитра является подвижная каретка, к которой присоединяется петлями сам поупитр, служащий для установки нот под углом, удобным для исполнителя.

Неисправности корпуса фортепиано. В процессе длительного пользования инструментом, влияния на него окружающей среды и случайных механических повреждений на корпусе фортепиано возникают различные дефекты:

Частичная расклейка или разрушение клеевых соединений возникает между стенками и ножками, стенками и футором, крышкой и обвязкой футора, цокольного бруска от цокольного пола, бачек от стенок, а также в соединениях деталей с корпусом, служащих для художественного оформления корпуса.

Особенно большие разрушения столярных клеевых соединений образуются при хранении инструмента в сыром помещении.

Причиной коробления в особенности щитовых деталей является одно- или двухсторонняя фанеровка, но с нарушением симметрии набора. Кроме того, короблению способствует и недостаточная выдержка деталей под прессом после фанерования.

Деформация деталей корпуса возникает в результате изменения температуры воздуха в процессе пользования инструментом и длительное его хранение. При продолжительном и интенсивном воздействии сухого воздуха наружные слои древесины корпуса усыхают быстрее внутренних, принимая меньшие размеры, в результате чего в материале возникают различные напряжения, вызывающие трещины и коробление, обращенное вогнутостью наружу. При действии влажного воздуха на наружные поверхности деталей процесс деформирования протекает в обратном порядке.

Трещины на деталях корпуса образуются по двум причинам: от чрезмерной усушки наружных слоев древесины корпуса при хранении инструмента у нагревательных приборов или под воздействием прямых солнечных лучей в сухую жаркую погоду, а также от механических воздействий на корпус (давление, удары).

Трещины от усушки образуются в силу действия тех же физических законов, которые вызывают коробление деталей корпуса. Следует добавить, что разрыв древесины, т. е. образование трещин, происходит от перенапряжений, возникающих в наружных слоях корпуса.

Трещины механического происхождения образуются от ударов при погрузочно-разгрузочных работах и транспортировке инструментов.

Трещины на деталях корпуса могут образоваться также в результате применения шурупов большего диаметра, чем отверстие в материале, например, при привертывании петель к крышкам, клапа к карнизу и нотпульта к клапу.

Отставание облицовочной фанеры является распространенным дефектом, возникающим от плохой подготовки поверхности деталей, недоброкачественного клея, «голодной» склейки, т. е. чрезмерно малого количества клея в соединении, нарушения ре-

жимов запрессовки, а также от плохих условий хранения, т. е. если облицовочная фанера соприкасается с нагретыми предметами или горячей водой. В этом случае получается двойное повреждение: отклеивание облицовочной фанеры от основы и органическое повреждение ее с образованием темных (на светлой облицовке) или матовых пятен, или даже разрушений фанеры. Повреждения такого происхождения трудно поддаются исправлению.

Вырывы, вмятины и царапины образуются из-за неаккуратного обращения с инструментом. Эти дефекты являются более мелкими по сравнению с трещинами и на прочность корпуса не оказывают влияния, но они ухудшают внешний вид и значительно увеличивают объем работ при лицевой отделке корпуса.

Повреждение корпуса жучком-древоточцем часто встречается в корпусах старых инструментов, детали которых изготовлены из ольховой или березовой древесины. Такие детали нужно заменять новыми.

Детали из хвойных пород, поражаемые жучком значительно меньше, можно восстановить путем удаления поврежденных участков и заделки последних здоровой древесиной.

Повышенная влажность воздуха в помещении сильно активизирует деятельность жучка-древоточца и способствует его массовому распространению. В старых инструментах чаще всего жучок поражает нижние части корпуса: ножки, консоли, цокольный пол, цокольный брусок, нижние части стенок, задняя доска футора. Детали корпуса, расположенные выше шульрамы, жучок повреждает реже.

Потускнение и повреждение лицевой отделки корпуса образуется в результате постепенного проникания в древесину корпуса веществ, разрушающих лаковую пленку, повышенной влажности воздуха, прямого воздействия солнечных лучей на поверхность корпуса, низкого качества лакокрасочных материалов. Повреждение — дефект механического порядка, чаще всего встречающийся на выступающих поверхностях, углах и кромках деталей корпуса. Лаковая пленка истирается при длительном нормальном пользовании инструментом, от протирания поверхности грубыми тканями при сильном нажатии.

Поломка роликов — результат сильных механических ударов о препятствия при неосторожном передвижении инструмента. Кроме того, в старых инструментах осевые соединения роликов часто бывают поражены ржавчиной, тогда ролики не вращаются, становятся поперек направления движения инструмента, что также приводит к поломке.

Ремонт корпуса фортепиано. Ремонт корпусов пианино и роялей следует всегда поручать опытному столяру, так как в его обязанности входит последовательная разборка, определение пригодности отдельных деталей, изготовление новых, ликвидация

повреждений, выполнение клеильных работ, восстановление фанерной облицовки корпуса, подготовка корпуса к лицевой отделке и зачастую само выполнение лицевой отделки полированием.

Технология ремонта корпуса предусматривает устранение всех дефектов в клеевых соединениях, в отдельных деталях — восстановление механической прочности и эстетических достоинств инструмента.

Ремонт корпусов обычно начинают с того, что снимают съемные части и детали корпуса: верхнюю и нижнюю рамы, клап с карнизом, цирлейстик, бакенклетцы. Вынув клавишно-молоточковый механизм, его передают на участок ремонта механизмов фортепиано.

Затем, если повреждений на корпусе много и предстоит производить средний или капитальный ремонт с последующей лицевой отделкой, вывинчивают шурупы на длинных петлях и отъединяют верхнюю подвижную крышку от неподвижной, а клап от карниза. Далее инструмент укладывают в горизонтальном положении на подставки, снимают консоли, стульраму, цокольный пол. Все детали и части корпуса укладывают комплектно на стеллажи. При разборке корпуса пользуются ручными отвертками, коловоротом с отверткой и стамеской.

При отсутствии серьезных повреждений производят мелкий ремонт; при наличии разрушения некоторых клеевых соединений, мелких трещин и отслоений облицовочной фанеры на небольших участках производят средний ремонт. При больших разрушениях корпуса, полной расклейке клеевых соединений, больших трещинах, короблениях, поражениях жучком-древоточцем и отклейке фанеры на больших участках производят капитальный ремонт.

Мелкий ремонт включает работы по ликвидации отслоений фанеры на небольших участках корпуса (до 10 см²), заделку поверхностных вырывов и глубоких вмятин, переклейку отдельных мелких деталей, проверку прочности крепления петель и наружных фасонных деталей, служащих для художественного оформления корпуса.

Работу следует проводить очень аккуратно, чтобы переклеенные участки и другие исправления не были заметны на глаз.

Сначала разъединяют ненадежные клеевые соединения и расширяют небольшие трещины на отдельных деталях корпуса. Вырезав участки с поврежденной облицовочной фанерой, по размерам этих участков подгоняют фанерные вставки, чтобы направление их волокон совпадало с основной поверхностью и их кромки плотно прилегали к кромкам вырезанной старой фанеры. Гнезда для вставок и сами вставки нумеруют одинаковыми порядковыми номерами и укладывают нумерацией наружу. В трещины и в зазоры старых клеевых соединений клеевой раствор

наносит тонкой стальной линейкой. Для лучшей пропитки и наполняемости трещин и зазоров клеевым раствором последний следует наносить два раза. Затем быстро (до момента застывания клеевого раствора) дают запрессовку. При наклеивании фанерных вставок клеевой раствор наносят на поверхность основы и фанеры. Иногда, чтобы предотвратить коробление, наружную поверхность фанерной вставки слегка смачивают водой и только потом закладывают ее в вырез. В зависимости от размеров и формы детали запрессовку можно делать струбцинами, грузом или цвинками. Для более равномерной передачи давления на склеиваемую поверхность и предохранения от порчи приклеиваемых вставок на поверхности последних накладывают массивные гладкие бруски с ровной поверхностью — цулаги.

На участках с вздувшейся пузырем облицовочной фанерой приходится тонким ножом разрезать место вздутия фанеры, затем в разрез пропускают клеевой раствор тонкой гибкой пластинкой или линейкой. Такие участки запрессовывают при помощи тех же приспособлений, что и для приклеивания вставок на облицовочную фанеру (режимы склеивания приведены на стр. 44—45).

Операции работ по производству среднего столярного ремонта включаются в капитальный ремонт корпуса пианино и поэтому, минуя описание среднего ремонта, приводим технологию капитального ремонта.

Капитальный ремонт начинают с полной разборки корпуса с отсоединением от футора одной или обеих стенок. Чтобы на отдельных деталях не образовывались дополнительные сколы, трещины, вырывы и царапины, детали снимают очень аккуратно: шурупы разных размеров отвинчивают отвертками соответствующих размеров, не допуская смятия или разрушения шлицев. Клеевые соединения разъединяют стамеской или ножом с острым углом заточки. После этого на деталях корпуса определяют величину и характер деформаций, их годность и счищают старый клей. Клей сначала сдирают цанубельным рубанком с зубчатой железкой, затем циклей. Небольшое коробление брусковых деталей исправляют строганием, сильно деформированные заменяют новыми. Тонкие щитовые детали (филенки), имеющие вогнутость, можно попытаться выправить, для чего их поверхность слегка промачивают водой, выгибают в обратную сторону и держат под прессом в течение 5—6 суток. Негодные детали заменяют новыми. Для этого заготовки (вручную или на станках) опиливают и строгают в размер с подгонкой их по месту в корпусе. Новые детали рекомендуется изготавливать из сухой выдержанной древесины тех же пород, из которых были изготовлены старые.

Поверхности всех старых деталей подвергают предварительному циклеванию, снимая весь слой старой полировки и грун-

товки, царапины и небольшие вмятины. Кроме того, в процессе циклевания обнаруживаются все отслоения облицовочной фанеры и другие неисправности на облицовке. Циклевание нужно производить острыми циклями без излишнего давления на них, снимая с поверхности фанеры лишь лаковую пленку. Особую осторожность нужно проявить при циклевании деталей корпуса, подлежащих прозрачной отделке, так как тонкая облицовочная фанера на отдельных участках может оказаться счищенной до клеевой прослойки, что потребует повторного фанерования и может нарушить общий вид облицовки.

Фанерование включает отдельные самостоятельные процессы: подготовку деревянной основы, подготовку фанеры и само фанерование.

При выполнении столярного ремонта корпуса подготовка поверхности основы заключается в следующем: мелом отмечают участки повреждения фанеры, подлежащие переклейке, старую фанеру снимают с поверхностей деталей. С небольших участков ее удаляют острой стамеской, с больших — строганием. Если на подготавливаемых поверхностях (старых и новых деталях) обнаружены сучки, селянки и другие дефекты, их вырезают или высверливают, заделывая на клей вставками из однородной древесины на глубину 5—8 мм. Небольшие выбоины и вмятины, оставшиеся после строгания, шпатлюют. Шпатлевка должна быть клеевая, приготовленная из смеси измельченного древесного угля (лучше) или плавленого мела (хуже) со столярным клеем. Затем поверхность выравнивают и зачищают. Зашпатлеванные участки обычно выравнивают плоским напильником с крупной насечкой, а вклею рубанком. Отдельные участки или целые поверхности сначала циклюют, а затем зачищают шкуркой.

К подготовке основы к фанерованию относится и цанубление, которое на мягких древесных породах производят с применением жидких клеев. Циклевание и цанубление производят на циклевальном станке или вручную, применяя набор циклей и цанубельный рубанок.

Если фанера поступила в пачках (кнолях), ее до сортировки распиливают с учетом длины фанеруемых деталей корпуса, припуская 20—30 мм на оба конца и в количестве, необходимом для ремонта тех инструментов, которые разобраны и подлежат столярному ремонту. Для фанерования брусковых деталей вдоль древесных волокон применяют заготовки фанеры, имеющие большую ширину, чем ширина детали, т. е. не прибегают к склеиванию полос фанеры на фугу. Для больших щитовых деталей из отдельных листов фанеры склеивают заготовки по размерам деталей с учетом величины припусков.

В корпусе пианино щитовыми деталями являются стенки, рамки, крышки.

Нарезанные для заготовок пачки фанеры разбирают на делянки, в соответствии с текстурой (рисунком). Чтобы склеиваемые делянки фанеры плотно прилегали друг к другу и образовывали плотное соединение, их кромки фугуют.

Кромки фанеры можно фуговать в пачках на специальном или на фрезерном станке.

В условиях небольшой мастерской или при отсутствии необходимого станочного оборудования фанеру фугуют вручную фуганком при помощи приспособления, называемого донцем.

Для удобства выполнения работы и увеличения производительности труда делянки собирают в пачки по 15—20 штук, закладывают в донце, прижимают струбцинами и сразу фугуют все кромки набранной пачки с одной стороны. Вторую сторону фугуют так же, как и первую, но предварительно снимают с донца, выравнивают кромки и поворачивают неотфугованной стороной к фуганку.

Обрезанные с прифугованными кромками делянки фанеры подбирают для стяжки по фугам и размечают. Для стягивания отдельные делянки фанеры укладывают на ровный деревянный щит с упорной линейкой на левом краю, ставят первую делянку на щит, прижимая ее к упорной линейке, затем в порядке нумерации ставят вторую, третью и т. д. Фанеру укладывают на щит лицевой стороной вверх, промазывая сверху края листов клеем. Кромки делянок плотно придвигают друг к другу, прижимают рейками к щиту и соединяют, наклеивая полоски бумаги шириной 25—30 мм, предотвращая таким образом появление зазоров на стыках делянок после фанерования широкой поверхности.

Склеенная бумажными полосками заготовка фанеры очень хрупка, поэтому с ней надо обращаться весьма осторожно. Чтобы предохранить ее от растрескивания и поломки, на кромки листов наклеивают полоски бумаги на лицевой стороне фанеры вдоль торцовых кромок.

Все бумажные наклейки при обрезке припусков и при подготовке к отделке впоследствии счищают.

Фанерные заготовки выдерживают не менее 3—4 ч, до остывания клея.

При ремонте старых инструментов приходится применять строганую фанеру сложной красивой текстуры, нарезанную из капов, наплывов и других частей стволов. Такая фанера очень хрупка, она легко крошится и ломается. Для предохранения от выкрашивания и просачивания клея при фанеровании такую фанеру рекомендуют пропитывать следующим составом, *вес. ч:*

Вода кипяченая	62
Клей коллагеновый	16
Спирт этиловый	16
Глицерин	6

Фанерные листы окунают в указанный раствор, а затем высушивают. Пропитанная раствором фанера становится плотной и эластичной; она не крошится и не пропускает клей при фанеровании.

При фанеровании широких деталей (стенок, крышек) фанеру наклеивают на основу, нанося ровным слоем клеевой раствор и накладывая фанеру; затем через плоские массивные цулаги дают запрессовку. Время выдержки до полного схватывания клея зависит от качества клея. Целесообразно клей наносить на основу, а не на фанеру, так как вследствие большой пористости фанеры клей легче будет проникать в нее и выходить налицу поверхность.

Фанеру наклеивают на основу путем запрессовки или притирки. Давление при запрессовке должно быть не меньше $6-8 \text{ кг/см}^2$ и по всей поверхности распределяться равномерно, чтобы в дальнейшем не образовались неровности, утолщения прослойки клея, вздутия и воздушные пузыри. Равномерное давление по всей поверхности могут обеспечить только цулаги в виде деревянных щитов и брусков. При фанеровании небольших деталей запрессовку делают струбцинами.

При ремонте местных повреждений фанеры небольшие фанерные вставки наклеивают путем притирки специальным молотком, которым приглаживают фанеру, наложенную на промазанную клеем основу, так чтобы излишки клея постепенно отжились от середины к краям. Чтобы фанера не закрутилась, необходимо лицевую ее сторону слегка смочить теплой водой.

На деталях шире $80-100 \text{ мм}$, фанерованных только с одной стороны, образуется коробление с образованием вогнутости в сторону приклеенной фанеры. Чтобы этого избежать, все широкие детали корпуса: стенки, крышки, клапы, рояльные крышки — фанеруют с двух сторон одновременно.

После выдержки щиты обрабатывают в размер (снимают свесы фанеры), после чего фанеруют кромки.

Брусковые детали, например замочные бруски и ножки пианино, фанеруют полосками предварительно заготовленной облицовочной фанеры соответствующей породы на $8-10 \text{ мм}$ больше ширины поверхности основы.

Фанерование ведут в два приема: сначала фанеру наклеивают сразу на две боковые стороны, а после выдержки и снятия припусков ее наклеивают на третью сторону.

Наиболее ответственные лицевые части: крышки, стенки, клапы — не должны иметь коробления, поэтому их фанеруют в два слоя.

Первый слой — низкосортная ножевая фанера, или шпон, наклеивают поперек древесных волокон щита, второй слой облицовочный — высокосортная ножевая фанера, которую наклеивают поперек первого слоя фанеры.

Для цветной отделки фортепиано применяют строганую фанеру ценных древесных пород: красное дерево, палисандр, чинар, орех, клен, карельскую березу, дуб.

Фанерование под непрозрачную отделку производят березовой, строганой и клееной фанерой толщиной $3-4 \text{ мм}$ марки БС-1.

При фанеровании клееной фанерой клей следует наносить не только на основу, но и на фанеру.

При фанеровании рекомендуется применять $35-45\%$ -ный раствор костного клея. Продолжительность времени нахождения фанерованных деталей под прессом должна быть не менее $4-6 \text{ ч}$. Время выдержки фанерованных деталей $20-30$ суток. Для выдержки щиты укладывают на прокладки толщиной $15-20 \text{ мм}$ в помещении с постоянной температурой 25°C и относительной влажностью воздуха 50% .

По окончании фанерования и надлежащей выдержки со всех фанерованных деталей снимают провесы и подготавливают их к лицевой отделке, т. е. счищают потеки клея и производят шлифование, после чего эти детали грунтуют.

Сборка корпуса в основном заключается в склеивании деталей клеем; некоторые детали для большей прочности скрепляют еще и шурупами.

При столярном ремонте в основном применяют клей костный и мездровый.

Предварительная сборка в узлы в большинстве случаев включает операции по сборке стенок с бачками и ножками, приклеиванию обкладки к стульяме и сборке цокольного пола с педалями.

Стенки с бачками и ножками, а иногда и другие детали приклеивают к стенкам бачек и ножек. Места склеивания собираемых деталей очищают от лака, старого клея и подвергают цанублению. При пользовании костным или мездровым клеем дают выдержку под прессом в течение 4 ч .

Обкладку приклеивают к стульяме в целях декоративного оформления передней лицевой кромки. Для создания более прочной склейки склеиваемую поверхность обкладки после цанубления прогревают на паровой плите. Для запрессовки могут служить струбцины, цвинки, пневматический станок.

Сборка цокольного пола с педалями заключается в соединении педалей с опорными клетцами, укреплении цокольного бруска, установки педалей и pedalных цуг на цокольном полу.

Перед приклейкой pedalных клетц, установкой цуг и лапок все осевые отверстия и пружинные гнезда оклеивают (гарнируют) плотным техническим сукном или кирзой, а нижнюю и верхнюю поверхности отверстий в цокольном бруске — фенгерным фильцем толщиной $4-5 \text{ мм}$. Pedальные клетцы и опорные бруски для цуг крепят к цокольному полу шурупами.

Сборка узлов с опорными конструкциями начинается с приклейки стенок к футору. Для этого, приставив стенки к боковым шпрейцам и отметив поверхности склеивания, производят цапбуление этих участков на стенках, плотно пригоняя к поверхности футора, наносят клеевой раствор на обе поверхности и дают запрессовку одновременно двум стенкам. При отсутствии специального пресса можно применить струбцины.

От правильности приклейки стенок зависит высота расположения шульрамы и клавиатуры от пола и глубина пространства для молоточкового механизма. Ориентиром при установке бачек по высоте служит расстояние от струнного штабика чугунной рамы на 85—88-струнном хоре до места установки шульрамы. Ориентиром расположения стенок по высоте и глубине служат старые стенки, снятые с ремонтируемого пианино.

К приклеенным на место стенкам приправляют цокольный пол и прикрепляют его к ножкам шурупами (по три шурупа на каждую сторону), затем устанавливают и также шурупами привертывают к бачкам шульраму; после этого устанавливают нижнюю раму. Все эти сборочные работы выполняют при горизонтальном положении футора (его кладут на столярные козлы) с чугунной рамой с установленными струнами. Консоли привинчивают к шульраме и ножкам. Далее к нижней обвязке футора и к ножкам привертывают ролики, смазывают их тавотом и, поставив собранный корпус вертикально на пол, приступают к сборке верха, т. е. устанавливают на место цирлейстик, замочный брусок, на карниз навешивают клап, привертывают нотпульт, приправляют верхнюю раму с установкой внутренних запоров для нее, приправляют на шипах крышку к обвязке футора и привинчивают шурупами заднюю рамку (если она конструкцией предусмотрена).

По окончании сборочных работ проверяют чистоту обработки всех лицевых поверхностей, подшлифовывая отдельные участки корпуса шкуркой № 8—6 и подготавливая таким образом корпус к окончательной лицевой отделке.

Качество сборки корпуса должно отвечать следующим техническим требованиям:

1. Корпусные стенки пианино должны быть приклеены параллельно друг относительно друга и составлять прямые углы с плоскостью футора; лицевые кромки обеих стенок должны лежать в одной плоскости.

2. Не допускаются зазоры в соединениях деталей, трещины, подтеки клея, забоины и царапины на поверхностях деталей. Шурупы должны быть плотно завинчены, плоскости головок их утоплены на 1 мм от поверхности деталей.

3. Все детали: шульрама, замочный брусок, клап, карниз, цирлейстик, верхняя рама должны быть установлены строго в горизонтальной плоскости параллельно друг другу.

4. Все съемные детали должны иметь минимальные зазоры в соединениях с деталями корпуса и свободно, без заклинивания, устанавливаться и сниматься с корпуса. Зазоры между торцами клапа с карнизом и бачками должны равняться 1,5 мм, между торцами верхней рамы и стенками — 1,5 мм, между торцами нижней рамы и нижними пилястрами (стенками) — 2—2,5 мм.

5. Свесы крышек должны быть одинаковы; перекося крышки и рамок по длине не должен превышать 2,5 мм.

6. Приправка роликов должна обеспечивать устойчивое положение инструмента на полу; ролики должны свободно вращаться вокруг своей оси.

7. Педали должны выступать наружу на одинаковую величину (90—95 мм) и свободно опускаться и подниматься.

8. Все соединения, выполненные на клею и шурупами, должны надежно обеспечивать эксплуатационную прочность. Процесс ремонта корпуса роялей не имеет существенного отличия от ремонта пианино. Разница заключается лишь в большей сложности наклейки облицовочной фанеры на криволинейную стенку корпуса и в чередовании сборочных операций. Поэтому приведенная выше технология столярного ремонта корпуса пианино может служить основой и для ремонта рояля.

ГЛАВА 4

ЛИЦЕВАЯ ОТДЕЛКА ФОРТЕПИАНО

НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ ОТДЕЛКИ

При изготовлении новых и ремонте старых роялей и пианино, лицевая отделка в основном касается корпуса.

Отделка корпусов фортепиано должна предохранить поверхность древесины от непосредственного воздействия воздуха, влаги, света, от загрязнения и частично от механических повреждений.

Вместе с тем она должна сохранить, усилить и углубить естественную окраску древесины, выявить ее текстуру (при цветной отделке) или, наоборот, совершенно закрыть ее и сделать поверхность гладкой, блестящей.

Отделанная поверхность легче поддается очистке, не впитывает в себя жир и грязь.

Отделка заключается в нанесении на поверхность древесины достаточно прочного изолирующего слоя, в большинстве случаев лакокрасочной пленки. Изолирующий слой должен обладать известной твердостью, эластичностью, водоупорностью, прозрачностью, блеском и т. д.

Общепринятым видом отделки наружных поверхностей корпуса рояля и пианино при производстве ремонта, да и при

изготовлении новых инструментов, является полировка под черный гляцевый цвет с зеркальным блеском. Наряду с этим видом отделки широко применяется полировка прозрачными составами с сохранением натуральной текстуры древесины. Встречается также отделка цветными эмалевыми красками, восковая (для дуба) и матовая черная, но первые два вида отделки являются основными и наиболее распространенными.

Корпусы инструментов обычно отделывают шеллачной политуры, нитролаками, полиэфирными лаками. В эстетическом отношении наиболее высококачественное покрытие дает применение шеллачной политуры, но отделка инструмента полиэфирными лаками при хорошем качестве внешнего вида дает ряд преимуществ механического порядка; такое покрытие более эластичное и прочное.

Качество покрытия, выполненного по любому из приведенных видов отделки, в значительной степени зависит от качества столярной подготовки поверхности древесины деталей корпуса инструмента и поэтому эта подготовка должна быть выполнена квалифицированно.

Подготовка поверхностей к лакированию и полированию. До отделки древесина должна пройти ряд подготовительных операций, объединяемых общим понятием — столярная подготовка, которая подразделяется на чисто столярную и отделочную. Первая заключается в зачистке, выравнивании и выглаживании древесины, вторая — в прозрачной окраске и нанесении подготовительных слоев (грунтовка, шпатлевка, предварительные покрытия).

Столярную подготовку проводят для обоих видов отделки: непрозрачной, которая закрывает древесную текстуру, и для прозрачной, не закрывающей текстуры. Подготовка под первый вид отделки является менее ответственной, под вторую — более ответственной, так как малейшие недостатки будут заметны в готовом изделии.

Для всех видов отделки основные требования к деталям корпуса сводятся к следующему: чтобы влажность древесины не превышала 10% и чтобы поверхность деталей была отшлифована по 10 классу чистоты.

Столярная подготовка перефанерованных поверхностей корпусов фортепиано под непрозрачную отделку заключается в заделывании отдельных повреждений облицовочной фанеры, зачистке шлифтиком, циклевании, шлифовании шкуркой, поднятии и снятии ворса.

Подготовка поверхностей поступивших в ремонт корпусов заключается в очистке их от старого слоя полировки циклеванием, строганием и шлифованием шкурками разной зернистости. Для зачистки строганием шлифтик (маленький рубанок) должен иметь острое прямолинейное лезвие с небольшим закругле-

нием на концах, чтобы не образовывать мелких рисок. Держатель резца должен быть плотно подогнан к резцу и отстоять от него не более 0,5 мм; пролет должен быть малый (до 1 мм). После такой зачистки поверхность должна быть ровной и гладкой. В местах свилеватости или завитков не должно быть задиров. Древесину мягких пород циклевать не следует.

Шлифовать поверхности шкуркой рекомендуется вдоль древесных волокон. Однако в местах свилеватости и завитков, а также древесину неоднородную по твердости, можно шлифовать наискось древесным слоям. Шлифование, как правило, начинают новой шкуркой, а заканчивают затертой, которая позволяет значительно чище обрабатывать поверхность. Во время работы шкурку рекомендуется очищать от пыли жесткой щетинной щеткой.

Для удаления ворса поверхность детали аккуратно смачивают водой, отжимают ее с поверхности губкой, сушат в течение 1,2—2 ч при температуре 18—20° С и сошлифовывают поднявшийся и высохший в этом положении ворс. В зависимости от пористости древесины эту операцию повторяют до полного удаления ворса — пока поверхность древесины не будет без заметных на глаз царапин, риск, несошлифованного ворса, приподнятых краев, пор и т. д. На облицовочной фанере деталей не должно быть отслоений и вздутий от чрезмерного увлажнения.

После окончательной шлифовки с поверхностей детали травяной щеткой снимают древесную пыль. Щетку нужно намочить теплой водой с небольшим содержанием нашатырного спирта (10 : 1).

Ворс иногда поднимают лаковым покрытием с малой концентрацией смолистых веществ. В этом случае, так же как и при поднятии ворса водой, поверхность корпуса пропитывают растворителем, входящим в состав лака; ворс поднимается и, кроме того, поры древесины после высыхания лака оказываются частично заполненными смолой.

После столярной подготовки поверхность грунтуют и шпатлюют. Грунтовка может быть выполнена лакированием спиртовыми, нитро- и глифталевыми лаками или же спиртовыми политурами. Цвет принятого для грунтовки лака или политуры выбирают или составляют в зависимости от принятого цвета лицевой отделки корпуса инструмента. Грунтовка должна представлять шпатлевку, так как она способствует лучшему заполнению древесных пор, выявлению мелких трещин на облицовочной фанере, неровностей, а также сцеплению шпатлевки с древесиной.

При подготовке поверхностей фортепиано к отделке применяют следующие грунтовки:

1) спиртовую политуру или лак с 16—18%-ным содержанием шеллачной смолы;

2) казеино-канифольную грунтовку, в состав которой входит 9% казеинового клея, 13% канифоли, 27% скипидара и 51% воды.

Для приготовления этой грунтовки в казеиновый клей вливают воду и размешивают в течение 45 мин до получения однородной массы. Отдельно в скипидаре растворяют канифоль. Растворенную канифоль вливают в подогретый до 50°С раствор клея и смесь перемешивают до получения однородной эмульсии. При необходимости грунтовку подкрашивают красителем.

Спиртовые грунтовки наносят ватным тампоном, обернутым хлопчатобумажной трикотажной тканью; казеино-канифольные — таким же тампоном или кистью. На загрунтованной поверхности не должно оставаться полос и пятен. Под нитрошпатлевку грунтовку следует делать нитролаками и нитрокрасками. Под прозрачную (цветную) отделку грунтовка должна быть прозрачной. Такую грунтовку можно получить, применяя шеллачный или сандарачный лак для шпатлевки и лицевой отделки спиртовой политуры и бесцветным нитролаком. После 2—3-часовой просушки грунта поверхность шлифуют и, если нужно, производят местную или сплошную шпатлевку (под непрозрачную шпатлевку). При прозрачной отделке шпатлевку применять не рекомендуется, так как она нарушает текстуру и даже цвет древесины. Шпатлевание обычно производят для выравнивания и исправления загрунтованных поверхностей.

Местную шпатлевку (отдельные участки) производят столярной стамеской; сплошную шпатлевку — гибким стальным шпателем с прямым лезвием без заусенцев, рисок и деформаций. Наносить шпатлевку следует два раза под прямым углом одного слоя к другому. Для выравнивания поперечной волнистости первый слой наносят поперек древесинных волокон, второй — вдоль волокон. После нанесения каждого слоя излишки шпатлевки снимают, зашпатлеванные участки выравнивают заподлицо с поверхностью. Продолжительность сушки между слоями для шпатлевки с применением спиртового лака должна быть не менее 6 ч; для масляного — 24 ч, для нитрошпатлевок НЦ-00-8 и НЦ-00-9 — в пределах 2—4 ч.

После высыхания каждого слоя зашпатлеванную поверхность шлифуют шкуркой № 6, 8, 10 сухим способом для спиртовой шпатлевки и сухим или влажным способом для нитрошпатлевки (с применением уайт-спирита).

При выборе шпатлевочного материала следует иметь в виду, что нитрошпатлевки дают более прочную основу, чем спиртовые. Однако обрабатывать нитрошпатлевки значительно труднее, чем масляные и в особенности спиртовые.

Шпатлевки представляют собой пастообразные массы, состоящие из пигментов, наполнителей лаков. При ремонте пианино и роялей в основном применяются следующие шпатлевки:

1. Смесь спиртового лака или политуры с порошком мела: лак или политура 25—30%, зубной порошок или венская известь — 75—70%.

2. Столярная шпатлевка: олифа 12—20%, масляный лак (быстроохнувший) 21%, скипидар 8%, порошок мела или венская известь 51—59%.

3. Шпатлевка НЦ-00-8 защитного цвета и НЦ-00-9 желтого; для этих шпатлевок в качестве растворителя применяют растворитель № 646 (ГОСТ 5630—51). Рабочая вязкость обеих нитрошпатлевок по вискозиметру ВЗ-4 должна равняться 37—40 сек; температура помещения 18—25°С, относительная влажность воздуха 45—60%.

Подготовка поверхности корпуса фортепиано под прозрачную отделку значительно отличается от подготовки под непрозрачную отделку. Как правило, прозрачная отделка спирто-шеллачными, спирто-сандарачными и нитроцеллюлозными лаками применяется для изделий 1—2 класса, к которым относятся пианино и рояли. Этот вид отделки не закрывает цвет и рисунок древесины, а наоборот, выявляет ее строение и текстуру. Поэтому подготовку поверхности корпуса под такую отделку нужно выполнять с применением прозрачных грунтовок без шпатлевки.

Подготовка поверхностей древесины под прозрачную и цветную отделку часто сопровождается окрашиванием, которое производят прозрачными, не закрывающими текстуру древесины, красителями. Крашением преследуют разные цели: фиксацию естественной окраски древесины или придание ей более глубокого тона; имитацию простых пород под ценные; придание древесине красивого вида путем окраски в любые цвета. Крашением иногда скрывают некоторые дефекты, имеющиеся на поверхности (синева, пятна, темные полосы) или неудачный подбор по цвету отдельных участков в какой-либо части корпуса.

Прозрачную окраску осуществляют преимущественно синтетическими протравными красителями, называемыми бейцами. Поэтому такое крашение называется бейцовкой.

Для протравного крашения употребляют в зависимости от желаемого тона различные растворы протрав (0,5—5%-ные). Характеристики получаемых окрасок приведены в табл. 6.

Для приготовления протравы соответствующую соль растворяют в горячей воде и процеживают через марлю. Охлажденный до комнатной температуры раствор наносят на древесину. Приготавливать и хранить растворы протрав следует в стеклянной или эмалированной посуде.

Распространенными красителями являются также анилиновые (смеси кислотных красителей) и гуминовые красители.

Для подбора смеси первоначально готовят растворы исходных красителей. Затем путем смешивания готовых

Прогривы и их концентрация	Цветовые тона, получаемые на древесине						
	дуба	орехового дерева	красного дерева	бука	вишневого дерева	клена	березы
Хромпик 1%-ный и аммиачная вода	Светло-коричневый	Потемнение	Потемнение	Светло-коричневый	Коричневый	Слабое потемнение	Слабое потемнение
Железный купорос (1%-ный раствор)	Синева-серый	Синева-ватый	Серо-фиолетовый	Серый	Серозеленый	Светлый	Синева-серый
Хлорное железо (1%-ный раствор)	>	Темносиний	>	>	Серо-коричневый	>	>
Уксуснокислое железо (1%-ный раствор)	>	Серо-фиолетовый	Коричнево-фиолетовый	>	Синева-серый	Серо-коричневый	>
Хлорная медь (1%-ный раствор)	Светло-коричневый	Потемнение	Потемнение	>	Зелено-коричневый	>	>
Известковое молоко	Коричневый	Коричневый	Фиолетовый	Красноватый	Слабое покраснение	>	>

растворов и пробных окрашиваний образцов из древесины, подлежащей окрашиванию, подбирают нужное соотношение красителей в смеси.

Во всех случаях окончательный выбор рецептуры красильного раствора необходимо делать после оценки получаемого цветного тона под лаковым покрытием на образцах из древесины той породы, которой произведено лицевое фанерование.

Для приготовления красильных растворов нужно применять мягкую воду, не содержащую солей железа, кальция, магния. Жесткую воду смягчают кипячением или добавкой к ней 0,1—0,5% кальцинированной соды.

Растворяют краситель только в горячей воде.

Растворы гуминовых и анилиновых красителей после приготовления отстаивают в течение суток, после чего осторожно сливают.

Наносить краситель на поверхность детали можно щетками, тампоном и распылителем. Во всех случаях раствор должен наноситься с избытком, чтобы древесина могла свободно впитать в себя краситель. Через 1—2 мин после нанесения избыток красителя снимают влажным отжатым тампоном.

Толщина окрашенного слоя должна составлять 0,05—0,1 мм; при этом древесина ядровых пород (дуб, ясень) окрашивается равномернее, чем заболонная (береза, бук). Однако равномерность окрашивания можно улучшить, если красильный раствор наносить на предварительно смоченную водой и еще влажную поверхность. Окрашенная поверхность должна быть высушена до начальной влажности (6—8%).

Чтобы окрашенные детали не деформировались, режим сушки окрашенных поверхностей должен быть мягкий: температура воздуха не более 60°С, скорость движения 5—8 м/сек. Продолжительность времени высыхания поверхностей, окрашенных водными красителями, зависит от параметров воздуха и при их средних величинах равна 60—100 мин.

Подготовку поверхностей под лицевую отделку в старых инструментах, поступивших в ремонт, рекомендуется вести с учетом сохранения прежнего цвета полировки, так как при наличии тонкой облицовочной фанеры (0,5—0,7 мм) трудно достигнуть циклеванием и шлифованием натурального цвета и текстуры старой облицовки.

В старых инструментах, облицовка которых еще сохранила текстуру древесины, но имеющих на поверхности большое количество механических и химических повреждений, следует производить отделку, закрывающую текстуру: цветную или черную.

Подготовку поверхностей под любой вид отделки и непосредственно отделку выполняют при разобранном корпусе: у рояля снимают крышки, ножки, разбирают нотпульта, снимают ленточную петлю, лиру; у пианино — верхнюю полукрышку, верхнюю

и нижнюю рамы, снимают карниз и фасонные калевки, филенки (если они есть), нотпульта и ленточные петли.

Работы по подготовке поверхностей под лицевую отделку выполняют на рабочих столах, имеющих специальные зажимы или на столярных верстаках, чтобы при грунтовке, шпатлевке и шлифовке обрабатываемые части корпуса имели устойчивое и удобное для работы положение.

ТЕХНОЛОГИЯ ЛИЦЕВОЙ ОТДЕЛКИ КОРПУСОВ

Столярные отделки бывают блестящие и матовые.

В первом случае верхний слой образуется в результате нанесения лаков и политуры, придающих поверхности блестящий глянец. Во втором — верхний слой наносят восковыми ваксами, дающими весьма мягкий и слабый глянец.

Полирование является основным видом лицевой отделки корпусов фортепиано. Хорошей полировки достигают путем постепенного нанесения на полируемую поверхность пленок шеллачной, сандарачной или копаловой смолы (в основном шеллачной), содержащейся в политуре.

Общая технология полирования заключается в следующем: на подготовленную поверхность корпуса наносят первый (сухой)* слой политуры (грунт), который заполняет древесные поры и мелкие риски, создает более плотную основу для полирования и увеличивает прочность соединения полировочной пленки. После этого грунта дается выдержка 48 ч. Перед нанесением грунта поверхности всех деталей и частей корпуса тщательно осматривают и выявляют все дефекты. Съёмные детали корпуса снимают, механизм и клавиатуру закрывают специальным легким футляром, изготовленным из спрессованного картона.

Мастер должен иметь шпатлевку, состоящую из смеси грунтовочной политуры или спиртового лака (по цвету отделки) с порошкообразным мелом.

По окончании выдержки после нанесения первого грунта поверхности деталей тщательно осматривают и все выявленные неровности шпатлюют. Глубокие неровности и выбоины (если они есть) можно выровнять нитрошпатлевкой НЦ-00-8. Выдержка после шпатлевки должна быть не менее 4 ч.

После выдержки необходимо счистить излишки шпатлевки и тщательно зашлифовать шпатлеванные места шкуркой № 10 до получения совершенно гладкой и ровной на ощупь поверхности.

Для сухого грунта применяют грунтовочную политуру следующего состава: спирт-ректификат 80%, шеллак 16—18%, нигрозин 4—2%.

* Сухой слой политуры — нанесение политуры без применения масла для лучшего скольжения тампона.

При цветном полировании вместо нигрозина применяют анилиновую краску соответствующего цвета.

Грунтовку полированием производят при помощи тампона, состоящего из шерстяных разрыхленных лоскутков, обернутых холщевой или мягкой трикотажной тряпкой. Тампон может быть и ватный, но он быстро уплотняется, в результате чего распределение политуры при его движении окажется менее равномерным. Для предохранения тампона от загрязнения и засыхания его в нерабочее время нужно положить в плотно закрывающуюся стеклянную посуду.

Политуру втирают непрерывными круговыми движениями тампона с легким равномерным нажимом на грунтуемую поверхность. Тампон смачивают политурой равномерно, движение его должно быть безостановочным, быстрым и плавным. При избытке политуры на тампоне, слишком сильном нажиме или при местном замедлении на полируемой поверхности могут образоваться «зажог», т. е. местное растворение ранее нанесенного слоя. Этот дефект устраняют шлифованием заново испорченной поверхности и нанесением нового слоя грунтовки.

Движения тампона должны быть кругообразными или в виде восьмерок, имеющих направления вдоль и поперек древесных волокон. При грунтовке детали покрывают политурой в 3—4 прохода, между которыми дается выдержка не менее 10 мин.

После полного высыхания первого сухого грунта (48 ч) наносят первый масляный грунт тем же тампоном и той же грунтовочной политурой с добавлением вазелинового масла и порошка пемзы. Вазелиновое масло предназначено для предохранения ранее нанесенной шеллачной пленки от растворения при втирании политуры в поверхность, а пемза — для тонкой шлифовки пленки. Чтобы предотвратить зажоги, поверхность детали перед каждым проходом обрызгивают мелкими каплями вазелинового масла и слегка посыпают мелким порошком пемзы.

При нанесении масляного грунта на грунтуемой поверхности могут образоваться шероховатости в виде точек или групп или местные скопления порошка пемзы, которые удаляют острой стамеской с последующим шлифованием мелкой шкуркой и за-грунтовкой этих участков.

Первый масляный грунт считается законченным, когда на поверхности при сильном освещении не видно следов шпатлевки и не просвечивает текстура древесины. Это достигается 4—5 проходами.

Выдержка после этого грунта должна продолжаться не менее 36 ч. На время выдержки (просушки) все съёмные детали корпуса устанавливают на ребро в специально оборудованных стеллажах.

Далее наносят второй масляный грунт для выравнивания небольших неровностей и мелких впадин, могущих образоваться в процессе выдержки. Состав второго грунта — политура с 14% -ным содержанием шеллака. Приемы нанесения этого грунта те же, что и первого масляного. Количество проходов 4—5 с выдержкой между ними по 15 мин. Общая выдержка после второго масляного грунта составляет 3—4 суток.

В период выдержки на поверхности выступает масло, которое необходимо снять легкими движениями мягкой фланелевой тряпочки. Иногда из-за заметного проседания шеллачной пленки наносят еще и третий масляный грунт в той же последовательности и теми же приемами, что и второй грунт.

Четвертое нанесение политуры на поверхность корпуса — полирование. Это последнее образование шеллачной пленки с одновременным уплотнением и выравниванием ранее нанесенных слоев.

Для полирования применяют политуру следующего состава: спирт-ректификат 84—85%, шеллак 12—13% и нигрозин 3%.

В процессе полирования применяют вазелиновое масло и порошок пемзы, но в меньших количествах, чем при грунтовках.

Полировку нужно производить за 4 прохода с 15-минутными промежутками для подсыхания слоев политуры.

Первый проход рекомендуется выполнить круговыми движениями диаметром круга примерно 20—25 см; второй — движениями по спирали и зигзагами в поступательном и обратном направлениях; третий проход выполняют зигзагообразными и с прямыми обратными движениями, а четвертый — движениями по восьмерке.

Полированием образуют ровную эластичную шеллачную пленку с зеркальным глянцем, которой должны быть покрыты все отделываемые поверхности. На маленьких угловых участках поверхности можно образовать глянец простым покрытием этих участков той же политурой, что и основную поверхность, но тампоном малого размера; это покрытие не должно иметь границ между участками поверхности, полированными с соблюдением основных правил нанесения политуры, и покрытыми простым способом (как бы лакированием).

Поверхности кромок и труднодоступных мест, которые не выступают на лицевую сторону, должны быть тщательно загрунтованы лаком соответствующего цвета.

По окончании полировки все полированные детали выдерживают в течение 2—4 суток. На время этой выдержки детали устанавливают на ребро в специально оборудованном помещении, предохраняющем детали от пыли с температурой воздуха 20—25° С и относительной влажностью 40—45%.

По окончании выдержки производят просушку, в процессе которой закрепляется верхний слой шеллачной пленки и уда-

ляется масло, примененное при полировании и выступившее на поверхность. Для просушки рекомендуется применять сандарачную политуру (бензую) в составе: спирт-ректификат 96%, сандарак 4% (вместо сандарака может быть применен копал, но это хуже, чем сандарак).

Просушку (бензую) наносят новым тампоном из чистой разрыхленной шерсти или ваты, обернутым трикотажной тряпкой. Просушку выполняют за три прохода таким же способом, как и полирование с применением очень малого количества вазелинового масла.

Последней операцией является располировка, которую выполняют специальным составом: 50% светлой шеллачной политуры, 30% воды и 20% венской извести (этот состав в практике называют «полиш»). Венская известь должна быть помещена в мешочек из прорезанной ткани и при располировании ее наносят на тампон путем аккуратного распыления. При выполнении этой последней операции полированную поверхность нужно протирать до полного удаления масла и образования зеркального блеска.

Отделка нитролаками образует на поверхности корпуса прочную наружную пленку с образованием глянца. Для такой отделки применяют лак марки АВ-4, НЦ-312 и другие. Технология отделки лаком АВ-4 заключается в следующем: подготовленные к отделке детали со старой облицовкой покрывают 4—5 раз лаком АВ-4 с выдержками между покрытиями по 30 мин (а при наличии новой облицовки покрытие производят за 7—8 проходов). После суточной выдержки поверхность деталей шлифуют стеклянной шкуркой № 10, смачивая поверхность керосином и заглаживая шкуркой № 8.

После суточной выдержки тампоном вручную или на полировальных станках наносят первый грунт этиловым спиртом с добавлением 4—8% дибутилфталата.

После непродолжительной (2—3 ч) выдержки наносят второй грунт, состоящий из следующей смеси, %:

Лак	40
Пемза	10
Этиловый спирт	40
Вазелиновое масло	10

После суточной выдержки загрунтованную поверхность подвергают окончательной отделке смесью, состоящей из 70% этилового спирта и 30% воды. Каждый грунт наносят новым тампоном.

Процесс отделки нитролаком марки НЦ-312 несколько отличается от приведенного выше; он заключается в следующем: подготовленную поверхность покрывают порозаполнителем КФ-1, сушат в течение 12—14 ч при температуре 20° С, шлифуют шкуркой № 10, снимают пыль, образовавшуюся при

шлифовке, и покрывают нитролаком НЦ-312 вязкостью 23—26 в секунду по ВЗ-4. Таких покрытий наносят 4—6 с интервалами 3—4 ч и промежуточным шлифованием шкуркой № 8. После 3—4-часовой выдержки производят мокрое шлифование шкуркой № 10, обильно смачивая поверхность уайт-спиритом. После шлифования поверхность должна быть гладкой, матовой. После просушки поверхность разравнивают растворителем НЦ-313 с добавлением вазелинового масла и снова шлифуют шкуркой № 6.

Лакированную таким образом поверхность полируют нитрополитурой НЦ-314 с растворителем НЦ-313 с применением небольшого количества вазелинового масла. После суточной выдержки отделку заканчивают располировкой тампоном с применением полиша из нитрополитурой НЦ-314.

Отделка полиэфирными лаками является новым видом покрытий лицевых поверхностей корпуса фортепиано. Полиэфирные лаки дают очень прочную, стойкую, совершенно прозрачную (без крашения) пленку, которая не поддается влиянию влаги и температуры окружающего воздуха и не боится воздействия различных жировых составов.

Для этого вида отделки применяют полиэфирные лаки ПЭ-220 и ПЭ-214. Первый лак, образующий совершенно прозрачную пленку покрытия, относится к лакам горячего отверждения и в основном применяется для отделки корпусов, фанерованных строганой фанерой ценных пород (орех, красное дерево и другие). Лак ПЭ-214 имеет красноватый оттенок и, слегка вуалируя текстуру облицовки, вызывает разнотонность при нанесении покрытий разной толщины. Поэтому этот лак в основном применяют при отделке корпусов в черный цвет (при пигментации его до черного цвета); режим отделки при этом может быть принят для холодного отверждения (холодной сушки).

Подготовка поверхностей к отделке полиэфирными лаками. Столярную подготовку поверхностей корпусов, облицованных фанерой ценных пород или клееной фанерой, производят до 10 класса чистоты в соответствии с ГОСТ 7016—54.

В качестве порозаполнителя при отделке лаками ПЭ-220 и ПЭ-214 применяют порозаполнитель КФ-1, состоящий из трепела (инфузорная земля) и жидкой части в соотношении 0,6 : 1,0. Порозаполнитель равномерно наносят на обрабатываемую поверхность и втирают тампоном на станке или вручную. Остатки порозаполнителя снимают вручную другим тампоном. Движение тампона при заполнении пор должно идти поперек древесных волокон. Дают выдержку 3—4 ч при температуре 18—22° С.

Для укрывистой отделки (например, в черный цвет) производят местное шпатлевание эпоксидной шпатлевкой Э-4020, Э-4021 или Э-4028 (Загорский лакокрасочный завод) в комп-

лексе с отвердителем № 1. Рабочий раствор шпатлевки получают, добавляя к 100 *вес. ч.* шпатлевки 8,5 *вес. ч.* отвердителя. После суточной выдержки при температуре 18—22° С шпатлевку шлифуют шкуркой № 1; хорошее качество шпатлевки получается и при применении полиэфирной шпатлевки ПЭШ.

Затем поверхности грунтуют. Для этого шпатлевку разбавляют ацетоном до вязкости 25 *сек* по ВЗ-4 и фильтруют через марлю. Такую грунтовку наносят за четыре прохода без промежуточных выдержек; после этого дают суточную выдержку при температуре 18—22° С. Следует иметь в виду, что эпоксидная шпатлевка и грунтовка не выдерживают температуру выше 60° С и после истечения 3 часов твердеют. Шлифование производят шкуркой № 4—6.

Отделка корпуса фортепиано лаком горячей сушки ПЭ-220. Этот лак применяют при отделке щитовых поверхностей корпуса фортепиано, облицованных строганой фанерой ценных пород. Для доведения полуфабрикатного лака ПЭ-220 до рабочей концентрации к 100 *вес. ч.* лака ПЭ-220 добавляют 3,6 *вес. ч.* гидроперекиси кумола; до вязкости 30—34 *сек* по ВЗ-4 при температуре 20° С лак доводят, добавляя ацетон.

Технологический процесс отделки таким лаком после подготовки поверхностей включает следующие операции:

- протирка поверхностей ацетоном;
- двукратное нанесение полиэфирного лака методом налива с промежуточной выдержкой 30 *мин*;
- часовая выдержка в конвекционной сушилке при температуре 20—23°;
- вторая сушка в этой же сушилке в течение 3 *ч* при температуре 60—75° С;
- свободная выдержка в течение суток;
- шлифование на ленточно-шлифовальном станке с применением мыльной воды и шкурки № 4;
- протирка поверхностей ацетоном;
- нанесение третьего слоя лака методом налива с последующей выдержкой в конвекционной сушилке в течение часа при температуре 20—23° С;
- сушка в конвекционной сушилке в течение 3 *ч* при температуре 60—75° С;
- свободная выдержка в течение суток;
- шлифование на ленточно-шлифовальном станке с применением мыльной воды и шкурки № 3—2;
- полирование поверхностей на двухбарабанном полировальном станке с применением полировочной пасты № 290, растворенной в уайт-спирите, — глянцевание полируемых поверхностей на полировальном станке с применением воскового состава № 3 или полировочной воды № 1.

Таблица 7

Операция	Материал	Оборудование и инструменты	Режим и приемы отделки
Шпатлевание	Эпоксидная шпатлевка Э-4021 или полиэфирная шпатлевка ПЭШ	Резиновый шпатель	Шпатлевание торцов за один прием вручную
Сушка	То же	Специальные стеллажи	Продолжительность —сутки, температура 18—20°С
Шлифование Грунтование	Шкурка № 6—7 Эпоксидная грунтовка Э-4021, отвердитель № 1, ацетон (вязкость грунтовки 25 сек по ВЗ-4)	То же Пулверизационная кабина, распылитель О-31 А (диаметр сопла 1,8 мм, давление воздуха 4—4,5 атм, скорость движения частиц лака 40—50 м/мин, расстояние сопла от поверхности 300—350 мм)	Четыре перекрестных нанесения
Сушка	То же	Специальные стеллажи	Продолжительность —сутки, температура 18—20°С
Шлифование	Шкурка № 4—2	Ленточно - шлифовальный станок В (скорость движения ленты 11 м/сек).	Вручную
Лакирование	Лак ПЭ-214, подкрашенный в черный цвет (вязкость 35 сек по ВЗ-4 при температуре 20°)	Ручная вибрационная машинка (280 об/мин). Пулверизационная кабина (остальные данные те же, что и для грунтования)	Шесть перекрестных нанесений за два приема с выдержкой 15—20 мин после двух первых покрытий
Выдержка	То же	Стеллажи	Продолжительность —сутки, температура 18—20°С
Мокрое шлифование	Шкурка № 4—2, уайт-спирит, керосин	Ленточно - шлифовальный станок В (скорость движения ленты 11 м/сек), ручная вибрационная машинка	До получения гладкой поверхности
Полирование	Полировочная паста № 290; уайт-спирит, керосин	Ленточно - шлифовальный станок (скорость движения ленты 22 м/сек), полировальный дисковый (400—700 об/мин, скорость вращения диска 8—12 м/сек)	До получения зеркального глянца
Освежение	Восковой состав № 3	Большой мягкий тампон или фланелевая тряпка	Вручную

Укрывистая отделка плоских поверхностей (щитовых) лаком ПЭ-214, подкрашенным в черный цвет. Лак ПЭ-214 (неподкрашенный) применяют для отделки поверхностей, облицованных фанерой ценных пород, а подкрашенный в черный цвет — для отделки поверхностей, облицованных клееной фанерой. Рабочий состав лака готовят, добавляя к 100 вес. ч. полуфабрикатного лака 0,7 вес. ч. инициатора полимеризации (85%-ной гидроперекиси кумола). До рабочей вязкости 50 сек по ВЗ-4 при температуре 20°С лак доводят разбавителем Р-8 или ацетоном.

Лак наносят распылителем О-31А или ЗИЛ. Давление воздуха при распылении 4—4,5 атм, расстояние сопла от поверхности детали 300—350 мм.

Операции работ, применяемые материалы, оборудование, режимы и приемы отделки приведены в табл. 7.

Установлено, что поверхность, покрытую лаком ПЭ-220, шлифовать и полировать легче по сравнению с поверхностью, покрытой лаком ПЭ-214. Подкрашенный в черный цвет лак ПЭ-214 менее твердый, чем светлый неподкрашенный лак этой же марки. Поэтому поверхности, покрытые подкрашенным лаком ПЭ-214, нужно шлифовать аккуратно, чтобы не нарушить пленку. При шлифовании пленки на кромках дефекты устраняют подкрашенным лаком ТК-И вручную. Небольшие дефекты, образовавшиеся при полировании, устраняют светлой шеллачной политурой вручную.

После окончательной сборки полированные поверхности корпуса освежают восковым составом или полировочной водой № 18.

ГЛАВА 5

НАСТРОЙКА И ИНТОНИРОВКА

Настройка пианино или рояля обеспечивает высоту тона струн, установленную для них по мензуре. Интонировка заключается в выравнивании тембра инструмента по всему диапазону.

Эти операции являются самыми сложными и ответственными работами по сравнению с другими операциями по изготовлению и ремонту инструментов. Сложными они являются, во-первых, потому, что настройщики должны обладать хорошим музыкальным слухом, чтобы правильно определять точность звучания отдельных звуков и созвучий, иметь необходимые знания по физической и музыкальной акустике, знать методы и практические приемы настройки и интонировки инструмента. Во-вторых, в процессе настройки и интонировки выявляются недостатки крепления струн, распределения их по хорам, качество молотков, а также взаимодействие данного механизма с клавиатурой.

Ответственными эти работы являются потому, что от правильной настройки звукоряда и интонировки молотков в значительной степени зависит качество звучания и, следовательно, ценность инструмента.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ И МУЗЫКАЛЬНОЙ АКУСТИКЕ

Область физики, занимающаяся изучением звуковых явлений, называется акустикой. Различают акустику физическую, изучающую законы колебания упругих тел, и музыкальную,

изучающую природу музыкальных звуков и созвучий, а также музыкальные системы и строи.

Физическая акустика. Как известно, упругое тело, приведенное какой-либо силой в колебательное движение, вызывает колебание окружающей его среды. Натянутая струна, приведенная в колебательное движение (ударом молоточка или щипком), приведет в колебание окружающий воздух. В результате колебаний частицы воздуха, равномерно распространяясь во всех направлениях, воздействуют на орган слуха.

Явление, ощущаемое органом слуха при воздействии на него этих колебаний, называется звуком, а сами колебания — звуковыми.

Звук, обладающий определенной высотой (в отличие от шума) и входящий в состав закономерно организованной музыкальной системы, называется музыкальным звуком.

В зависимости от высоты звука различают тональность звука. Следовательно, тон звука — есть мера для определения интервала звукоряда.

Упругое тело (струна, металлическая пластина), издающее определенное звучание, производит совершенно точное и определенное число колебаний в одну секунду, которое не уменьшается при уменьшении амплитуды колебаний.

Наибольшая величина отклонения колеблющейся точки от своего среднего нормального положения (положения покоя), называется амплитудой колебания. Величина амплитуды, определяемая в линейных метрических единицах, зависит от величины воздействующей силы, геометрических размеров и физико-механических свойств материала колеблющегося тела. Одно полное колебание тела включает в себя четыре амплитуды.

Продолжительность времени, в течение которого совершается одно полное колебание, называется периодом колебания.

Число колебаний струны (или другого упругого тела) в одну секунду называется частотой колебаний. За единицу частоты колебаний в акустике принимают герц (*гц*) по имени немецкого физика Г. Герца.

Человеческое ухо воспринимает звуки с частотой колебаний в пределах от 16 до 2000 *гц*. В музыке находят применение лишь 88—100 звуков, имеющих частоту колебаний от 16 до 4700 *гц*.

Звуки с частотой колебаний меньше 16 *гц* человек воспринимает как шумы; звуки с частотой колебаний свыше 4700 *гц* бедны обертонами, они маловыразительны и трудноразличимы по высоте.

Характер звучания упругого тела зависит от состава колебаний, который определяется наличием или отсутствием в данном колебании простейших элементов, составляющих колебания. Колебания встречаются простые и сложные. Простейшим механи-

ческим колебанием является гармоническое колебательное движение, представляющее собой синусоидальное колебание (часовой маятник).

Под сложными колебаниями надо понимать сумму несложных гармонических колебаний с различными периодами, амплитудой и частотой. Музыкальные звуки образуются из сложных колебаний. Следовательно, звук представляет собой не один простой тон, а сочетание многих тонов, возникающих потому, что источник звука колеблется не только целиком, но одновременно колеблется также и его части, например: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ и т. д. струны.

Источник звука, колеблющийся целиком, образует основную частоту, наиболее слышимый звук, кажущийся единственным. Его части образуют звук с частотой колебания вдвое, втрое, вчетверо и т. д. большее по сравнению с основной частотой. В результате таких сложных одновременных колебаний и возникает звук сложного состава. Все составные части сложного звука называются частичными тонами или обертонами.

Передача звуковых колебаний от источника звука до нашего уха происходит через материальную среду: окружающий нас воздух, дерево, стекло, металл и другие тела.

В безвоздушном пространстве колебания не образуют ощущения звука.

Звуковые колебания передаются волнообразно. Они распространяются не поперек, а вдоль волнового луча и состоят из сгущений (пучностей) и разрежений частиц колеблющейся упругой материи, которые составляют звуковую волну.

Длина звуковой волны определяется расстоянием между соседними сгущениями или разрежениями. Энергия звуковых волн передается через частицы воздуха или другой материальной среды посредством образования все новых и новых сгущений и разрежений.

Кроме колебаний звучащих тел и распространения звука в различных материальных средах, надо знать и основное качество звука.

Под качеством звука следует понимать отражение физических свойств колебаний упругого тела в наших ощущениях. К этим физическим свойствам относятся: высота, громкость, тембр и длительность звука.

Высота звука зависит от количества звуковых колебаний в единицу времени. Чем больше число колебаний в единицу времени (в секунду), тем выше звук, и наоборот.

Следовательно, свойство звука, определяемое частотой колебаний звучащего тела в единицу времени (в секунду) называется высотой звука.

Для определения высоты звука нужно, чтобы звучание продолжалось некоторое время. Эта минимальная продолжитель-

ность времени определена и зависит от частоты колебаний. Так, например: для *ми* контроктавы требуется 0,080 сек, для *соль* малой октавы — 0,035 сек, $си^2$ — 0,015; $си^3$ — 0,013 и для *ми-бемоль*⁵ — 0,018 сек.

Громкость звука — это величина слухового ощущения, возникающая от звукового давления на органы слуха.

Громкость звука зависит от силы звука и его частоты, а сила звука зависит от величины амплитуды колебания, геометрических размеров и физико-механических свойств звучащего тела. С увеличением размеров и амплитуды звучащего тела, без изменения частоты колебаний, увеличивается сила звука, ибо в единицу времени будут приводиться в колебательное движение большие массы воздуха, что в свою очередь увеличивает воздействие на слуховой аппарат.

В музыкальной практике принята шкала громкости из восьми ступеней, начиная от самой слабой до наибольшей, достигаемой в оркестре: *PPP* (пиано-пианиссимо), *PP* (pianissimo), *P* (piano), *mp* (mezzo-piano), *mf* (mezzo-forte), *f* (forte), *ff* (fortissimo), *fff* (forte-fortissimo). Каждая ступень этой шкалы увеличивает громкость звука по сравнению с предыдущей примерно в два раза. Сила же звука при изменении громкости на одну ступень изменяется примерно на 10 *дб**. Таким образом, весь прирост силы звука по этой шкале (от *PPP* до *fff*) составляет 70 *дб*. Единицей уровня громкости является фон, который при частоте колебаний 1000 *гц* соответствует 1 *дб*.

Тембр звука — суммарный эффект гармонических обертонов, кратных основному звуку, присоединяющихся к основному звуку и качественно изменяющий этот звук**. В обычном понимании под тембром звука понимают «окраску» или «характер» звука как одно из качеств звука, по которому различаются звуки одной и той же высоты и благодаря которому звучание одного инструмента или голоса отличается от другого. Тембр зависит от формы колебания источника звука и определяется числом и интенсивностью гармоник (частичных тонов).

Тембр — наиболее сложная характеристика качества звука, о котором известно следующее:

— звук, лишенный обертонов (частичных тонов) звучит неокрашено, глухо; это особенно заметно у звуков с малыми частотами;

— звук, у которого сильно выражены несколько первых обертонов, характеризуется как сочный, полный;

* Децибелл — отвлеченная величина, равная приросту силы звука на 1,26 от начального уровня.

** Реллей Дж. В. Теория звука, т. I, Гос. изд. технико-теоретической литературы, М., 1955.

— звук, у которого сильно выражены высокие обертоны с частотой колебания от 3000—6000 *гц*, характеризуется как пронзительный, металлический, резкий, яркий; наоборот, при недостатке этих составляющих он считается тусклым.

Длительность звука зависит в основном от продолжительности колебаний вибратора (источника звука) и не связана с остальными тремя качествами звука.

В струнных музыкальных инструментах (фортепиано, щипковых, смычковых) длительность звучания характеризует качество инструмента. Тот инструмент считается хорошим, у которого большая продолжительность звучания от момента возбуждения до полного затухания. Мерилом хорошей продолжительности звучания инструмента является продолжительность звучания его басового регистра, равная 40—35 сек.

Резонанс — свойство упругих тел передавать часть энергии колебания от одного вибратора (источника звука) другому (резонатору), имеющему одинаковый или кратный период колебания. Например, если две струны настроены в унисон, октаву, квинту или кварту, то звучание одной струны будет передаваться другой и в этом случае образуются созвучия чистого унисона: октавы, квинты и кварты.

Биение — явление периодического усиления и ослабления звука, соответствующее совпадению и расхождению колебаний двух или нескольких одновременно звучащих тел. При звучании двух или нескольких струн с одинаковой частотой колебаний их звуки сливаются в один, т. е. звучат в унисон. Несовпадение чисел колебаний при звучании этих струн вызывает биения.

Явлением биений широко пользуются при настройке музыкальных инструментов. Правильность настройки отдельных звуков и интервалов, а также и всего диапазона звуков инструмента определяют наличием биений при одновременном звучании источников звука, настраиваемых в унисон, октаву, квинту, кварту и т. д.

Зная число колебаний обоих звучащих тел (струн), можно легко найти число биений. Например, если две струны, настраиваемые в унисон, имеют: первая 200 *гц*, а вторая 201 *гц*, то число биений будет равняться разности чисел колебаний этих струн, т. е. $201 - 200 = 1$ биение в сек.

Музыкальная акустика. Диапазон громкости звуков, применяемых в музыке, ограничен. Тихие звуки требуют напряжения органов слуха, а громкие вызывают болевые ощущения. Поэтому в музыке применяются те звуки, частота колебаний которых находится в пределах от 16 до 4700 *гц*, т. е. до 100 звуков.

Совокупность применяемых в музыке звуков определенной высоты образует музыкальную систему.

Диапазон — это расстояние между крайними по высоте звуками.

и т. д.	до	си	ля-диез си-бемоль	ля	соль-диез ля-бемоль	соль	фа-диез соль-бемоль	фа	ми	ре-диез ми-бемоль	ре	до-диез ре-бемоль	до	Обозначение ноты на русском языке	Обозначение нот латинским алфавитом
	с ¹	h	b	a	gis as	g	fis dis	f	e	dis es	d	cis dis	c		

Расположение звуков в последовательном порядке по возрастающей или убывающей высотам дает звукоряд, образующий гамму.

В зависимости от частотных ступеней между звуками различают звукоряды: диатонический и хроматический.

Диатонический звукоряд состоит из основных звуков, соответствующих тому или другому ладу. Эти звуки в каждом октавном участке образуют определенные диатонические ступени. В октаве диатонического звукоряда может быть 7 диатонических ступеней: 8-й звук не прибавляет к ним новой ступени, но образует хроматическое изменение какой-либо из имеющихся, деля интервал большой секунды между соседними ступенями на две малые и этим усложняя диатонику — хроматикой.

Хроматический звукоряд включает в себя все употребляемые в нашей музыкальной системе звуки. В октавном участке хроматического звукоряда образуется 12 звуков, расположенных по интервалам малой секунды.

Диапазон музыкальных звуков делится на группы, называемые октавами, в пределах которых имеется семь различных по высоте тонов, обозначаемых слоговыми названиями: *до, ре, ми, фа, соль, ля, си*. Каждый тон изображается на нотном стане знаком — нотой. Интервалы между *до* и *ре*, *ре* и *ми*, *фа* и *соль*, *соль* и *ля*, *ля* и *си* составляют тон, а между *ми* и *фа*, *си* и *до* (следующей октавы) — полутон.

Диапазоны роялей и пианино включают в себя 85—88 звуков и реже 92 звука.

Звуки, между которыми интервал равен целому тону, могут быть повышены на полтона (повышение обозначается знаком # диез) или понижены на полтона (понижение обозначается знаком b — бемоль).

В каждой октаве имеется 12 полуто-

нов. Непрерывное следование этих полутонов называется хроматической гаммой.

Для обозначения тонов пользуются буквами латинского алфавита: *a, b, c, d, e, f, g, h*, а для обозначения диеза или бемоля к букве соответствующего тона прибавляют соответствующее окончание: — для диеза — *is*, а для бемоля — *es*.

Например:

Одноименные звуки всех октав имеют кратные числа колебаний. Частота колебаний звуков следующей октавы в 2 раза больше одноименных звуков предыдущей октавы (считая слева—направо).

Каждая октава имеет название и буквенное обозначение (табл. 8).

Таблица 8

Название октав	Буквенные обозначения		Частотный диапазон, гц
	русские	латинские	
Субконтроктава	A ₂	H ₂	16,35—32,7
Контроктава	A ₁	H ₁	32,7—65,4
Большая октава	A	H	65,4—130,8
Малая октава	a		130,8—261,6
1-я октава	a ¹		261,6—523,2
2-я октава	A ²		523,2—1046,4
3-я »	a ³		1046,4—2092,8
4-я »	a ⁴		2092,8—4185,6
5-я »	a ⁵		4185,6—8371,2

Участок звукового диапазона музыкального инструмента или певческого голоса, занимающий определенное положение по высоте звучания, называется регистром. Различают высокий, средний и низкий регистры. К высокому регистру относятся звуки, входящие в третью, четвертую и пятую октавы. Средним регистром считают звуки малой, первой и второй октав и низким регистром — звуки субконтроктавы, контроктавы и большой октавы.

Под звуковым интервалом подразумевают расстояние или промежуток между отдельными звуками, значительно отличающимися частотой колебаний.

Простейшими музыкальными системами являются: *ре—соль; ре—ля—соль; ре—до—соль; ре—до—ля—соль; ре—до—соль—фа; ми—ре—до—ля—соль; ре—до—ля—соль—фа; ре—до—си b—ля—соль—фа*.

С точки зрения родства звуков трехзвучных музыкальные системы имеют консонирующие и диссонирующие интервалы.

К консонирующим интервалам относятся такие интервалы, которые при гармоническом воспроизведении звучат мягко и не требуют разрешения.

Следовательно, консонансом называется звучащее двоезвучие, в котором биения отсутствуют полностью или малозаметны.

Консонансами считаются: чистая прима, чистая октава, чистая квинта, чистая кварта. Это, так называемые, совершенные консонансы.

Двоезвучия, звучащие беспокойно, с ясно слышимыми биениями, называются диссонансами.

Диссонансами считаются: малая и большая секунды, малая и большая септимы, а также все увеличенные и уменьшенные интервалы.

Из-за редких совпадений отдельных колебаний звуки диссонанса не сливаются друг с другом, оба звука слышны неясно и при недостаточно развитом слухе воспринимаются как одновременное звучание большого числа звуков.

В процессе настройки диапазона звуков фортепиано в основном пользуются интервальными созвучиями октавы, квинты, кварты. Однако в ходе настройки при проверке кроме указанных интервалов пользуются и трезвучиями, четырехзвучиями, пятизвучиями и т. д., образующими аккордное звучание.

Аккорд — это сочетание нескольких (не менее трех) звуков различной высоты, воспринимаемое слухом как звуковое единство.

Обычно в музыке аккордом считают такое созвучие, звуки которого расположены по терциям.

Различают аккорды мажорные, минорные, септаккордные, уменьшенные септаккорды и малые септаккорды.

Из приведенных выше аккордов при настройке фортепиано и других музыкальных инструментов с равномерно-темперированным звукорядом в основном пользуются мажорными, минорными, септаккордными созвучиями (для проверки звучания всего диапазона инструмента), но настройщик с музыкальным образованием при проверке часто использует разрешения диссонирующих аккордов.

Кроме основных интервалов и аккордов настройщик должен знать ладовое построение звуков.

Лад — система взаимоотношений ступеней звукоряда, определяемая главенством основного опорного тона (тоники) и зависимостью от него остальных ступеней.

В ладопостроении звуков различают мажорный и минорный лады. Общеупотребляемый мажорный лад является одним из 6 натуральных ладов.

Мажорные

Лидийский

Ионийский

Миксолидийский



Параллельные минорные

Дорийский

Эолийский

Фригийский



Последовательность ступеней лада, расположенных в порядке строго частотного увеличения или уменьшения высоты звуков образует гамму. Например, до — ре — ми — фа — соль — ля — си — до и т. д.

Примером простейших ладовых построений являются трезвучия: до — ми — соль или ми — соль — си.

Процесс восприятия и усвоения на память (по слуху) отдельных звуков, интервалов, аккордов и гамм является ладовой настройкой слуха (развитие слуха).

В процессе формирования настройщика ладовая настройка его слуха, т. е. воспитание слуха, является самым важным фактором в педагогическом отношении.

НАСТРОЙКА ФОРТЕПИАНО

Теоретические основы настройки. Система ладовых построений музыкальных звуков привела к построению звукорядов и строев музыкальных инструментов.

Музыкальным строем называется система интервальных отношений ряда звуков, расположенных в порядке их последовательного частотного повышения или понижения.

При выборе звуков для музыкального использования основную роль сыграло относительное благозвучие интервалов октавы, квинты и кварты.

Древнегреческим ученым Орфею и Пифагору удалось на монохорде показать, что звуки можно получить не только путем

возбуждения целой струны, но и ее частей ($\frac{1}{2}$ струны, $\frac{2}{3}$ и $\frac{3}{4}$) и что эти звуки, полученные путем возбуждения указанных частей струны (по длине), образуют с ее основным тоном интервалы октавы ($\frac{1}{2}$ струны), квинты ($\frac{2}{3}$ струны) и кварты ($\frac{3}{4}$ струны).

Эти интервалы впервые были применены для настройки лиры Орфея, которая имела 4 струны, возбуждаемые деревянным ударничком.

Знание указанных интервалов и их интервальных коэффициентов ($\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$ и $\frac{3}{4}$) позволило образовать различные звукоряды.

Из простейших звукорядов можно назвать трехступенную гамму Орфея, пятиступенную китайско-шотландскую гамму и семиступенную пифагорийскую гамму.

Звукоряд гаммы Орфея: *до — фа — соль — до*¹ (с интервальным коэффициентом $\frac{3}{4}$ и $\frac{1}{2}$).

Звукоряд китайско-шотландской гаммы имеет пять звуков, образованных от основной ноты *до* вверх и вниз квинтовыми ходами по два раза:

си-бемоль — фа — до — соль — ре (коэффициент $\frac{2}{3}$).

Полученные звуки сведены затем в одну октаву:
*до — ре — фа — соль — си-бемоль — до*¹.

Звукоряд пифагорийской гаммы образован пятью ходами от ноты *до* по квинтам вверх и одним квинтовым ходом вниз:

*фа — до — соль — ре*¹ — *ля*¹ — *си*¹ — *си*² (коэффициент $\frac{2}{3}$).

Если полученные звуки расположить квинтовыми ходами в порядке их высоты в малую октаву и подписать под ними соответствующие части струны (коэффициенты), то получим диатоническую мажорную гамму пифагорийского строя:

$\frac{до}{1}$	$\frac{ре}{8/9}$	$\frac{ми}{64/81}$	$\frac{фа}{3/4}$	$\frac{соль}{2/3}$	$\frac{ля}{16/27}$	$\frac{си}{128/243}$	и $\frac{до^1}{1/2}$
----------------	------------------	--------------------	------------------	--------------------	--------------------	----------------------	----------------------

Из приведенных звукорядов, включающих в себя натуральные интервалы и являющихся основой той или другой музыкальной системы, пифагорийский строй по сравнению с первыми двумя системами обладал большими возможностями для исполнения музыкальных произведений.

Однако пифагорийский строй не получил широкого распространения, так как он не имеет энгармонических ровных звуков, в связи с чем настройка музыкальных инструментов с фик-

сированным звукорядом (орган, клавины, рояль) оказалась весьма сложной операцией, практически неприемлемой.

Математические расчеты показали, что пифагорийский строй является незамкнутым на величину $\frac{1}{9}$ тона, которая называется пифагорийской коммой.

Равномерная темперация приводит звуки в последовательную слаженность звукового диапазона, позволяющую свободно модулировать при игре на музыкальном инструменте с фиксированными звуками.

Сущность этой системы заключается в равномерном распределении ненужного интервала, образовавшегося в пифагорийском строе, равного $\frac{1}{9}$ части тона на все 12 звуков, входящих в октаву.

Настройка хроматической гаммы двенадцатизвукового равномерно темперированного строя заключается в том, что октава делится на 12 совершенно равных по величине полутонов. Частота каждого последующего полутона равна частоте предыдущего полутона, умноженной на интервальный коэффициент, равный — 1,05949.

Двенадцать таких интервалов, полученных от поочередного умножения частот каждого полутона на указанный интервальный коэффициент, дадут звук с числом колебаний в два раза большим по сравнению с первым принятым полутоном, т. е. на октаву выше. Наоборот, если число колебаний исходного полутона мы будем делить на этот интервальный коэффициент, то получим понижение звука и двенадцать равномерно пониженных интервалов дадут последний двенадцатый звук ровно на октаву ниже.

Зная интервальный коэффициент темперированного полутона и число полутонов, входящих в хроматическую двенадцатизвуковую гамму, а также и в диапазон звуков, например, фортепиано, и считая, что *ля*¹ соответствует 440 *гц*, можно найти число колебаний для всех звуков темперированной хроматической гаммы и для всего диапазона.

Полученные таким образом числа колебаний полутонов сведены в следующую таблицу (табл. 9).

Однако число колебаний звуков, входящих в состав диапазона фортепиано (или другого инструмента), является только основой, указывающей, с какой частотой должен колебаться звукообразователь (струна), но оно не раскрывает характера звучания настраиваемых интервалов звукорядов. Характер, а также согласованное или несогласованное звучание раскрывают и определяют внимательным прослушиванием настраиваемых отдельных звуков, интервалов и аккордов, а также выделяя при этом число биений в секунду.

Известно, что при гармоническом воспроизведении чистой квинты ее третий частичный тон (обертон) нижнего звука

Таблица 9

Название звуков	Частота колебаний звуков, гц								
	Субконтроктава	Контроктава	Большая октава	Малая октава	Первая октава	Вторая октава	Третья октава	Четвертая октава	Пятая октава
До	—	32,7	65,4	130,8	261,6	523,2	1046,4	2092,8	4185,6
До—диез (ре-бемоль)	—	34,6	69,2	138,5	277,0	554,1	1108,2	2217,0	—
Ре	—	36,7	75,4	146,8	293,6	587,2	1174,4	2348,8	—
Ре—диез (соль-бемоль)	—	38,9	77,8	155,6	311,4	622,2	1244,4	2489,0	—
Ми	—	41,2	82,4	164,8	329,6	659,2	1318,4	2636,8	—
Фа	—	43,6	87,2	174,5	349,0	698,3	1396,8	2793,6	—
Фа—диез (соль-бемоль)	—	46,2	92,4	184,9	369,8	739,8	1479,7	2959,4	—
Соль	—	49,0	98,0	196,0	392,0	784,0	1567,7	3135,4	—
Соль-диез(ля- бемоль)	—	51,9	103,8	207,6	415,2	830,6	1661,0	3322,0	—
Ля	27,5	55,0	110,0	220,0	440,0	880,0	1760,0	3520,0	—
Ля-диез (си-бемоль)	29,1	58,2	116,4	232,9	466,0	932,0	1864,6	3729,2	—
Си	30,9	61,8	123,6	247,1	494,0	988,0	1976,3	3950,7	—

образует тон совпадения со вторым частичным тоном ее верхнего звука. В темперированной квинте указанные частичные тоны не совпадают и между ними возникают биения. Для квинты до¹ — соль¹ число биений в секунду равно 0,89 (см. табл. 8), так как число колебаний третьего частичного тона звука до¹ составляет 784, 89, а число колебаний второго частичного тона звука соль¹ — 784.

Число биений в секунду для квинты ре-диез¹ — ля-диез¹ равно 1,05, так как число колебаний третьего частичного тона звука ре-диез¹ составляет 933,38, а число колебаний второго частичного тона звука ля-диез¹ составляет 932,33. По этим же соотношениям число биений в секунду для квинты фа-диез¹ — до-диез² равно 1,25, а для квинты соль-диез¹ — ре-диез² равно 1,41.

Из этого видно, что для настройки темперированных квинт необходимо найти число биений для всех 12 квинт. Однако практика настройки музыкальных инструментов с фиксированной частотой звуков показывает, что эти тонкости при формировании строя являются ориентиром и служат для теоретического обоснования темперации. Практически же для всех 12 квинт

можно принять среднее число биений, т. е. для квинт первой октавы 1,1, так как

$$\frac{0,89 + 1,05 + 1,25 + 1,41}{4} = 1,1 \text{ биения.}$$

Эта замена значительно упрощает процесс настройки темперированных квинт и дает ничтожно малое расхождение между вычисленными интервалами 12-звукового равномернотемперированного строя и настроенными квинтовыми интервалами с образованием 1,1 биения в секунду.

Улавливание на слух и подсчет этих биений при установлении темперации является основной задачей настройщика.

Ниже приводится таблица чисел колебаний 3 и 2 обертонов и частоты биений между ними для квинтовых интервалов равномерно темперированного строя (табл. 10).

Таблица 10

Квинты	Частота колебаний, гц		Число биений в секунду
	Третий обертон нижнего звука	Второй обертон верхнего звука	
Ля — ми ¹	660,00	659,25	0,75
Си-бемоль — фа ¹	699,24	698,45	0,79
Си-фа-диез ¹	740,82	739,99	0,83
До ¹ — соль ¹	734,88	783,99	0,89
До-диез ¹ — соль-диез ¹	831,54	830,61	0,93
Ре ¹ -ля ¹	880,99	880,00	0,99
Ми-бемоль ¹ — си-бемоль ¹	933,38	932,33	1,05
Ми ¹ — си ¹	988,88	987,76	1,12
Фа ¹ — до ²	1047,68	1046,50	1,18
Фа-диез ¹ (до-диез ²)	1109,98	1108,73	1,25
Соль ¹ — ре ²	1175,99	1174,65	1,34
Соль-диез ¹ (ре-диез ²)	1245,91	1244,50	1,41

Из таблицы видно, что по мере повышения звуков увеличивается не только число колебаний 3 и 2 гармоник, но и частота биений этих гармоник.

Приведенные в таблице квинты относятся к средней части звукового диапазона фортепиано, где квинтовые созвучия и их биения наилучшим образом прослушиваются при настройке. На этом участке звукового диапазона настройка квинт может быть проведена с достаточной точностью, в среднем до одного биения в секунду.

К тому же при настройке целые числа биений легче отсчитывать, что также способствует более быстрому и правильному темперированию звуков, входящих в зону темперации*.

Итак, если при настройке двенадцати квинт, входящих в зону темперации, мы настроили их так, что каждая квинта окажется суженной (уменьшенной по интервалу) до одного биения в секунду (по сравнению с чистой квинтой), то мы с достаточной точностью настроим каждую из них, как темперированную. При этом последний звук совпадает с первым звуком, с которого начали настройку, и заключительная квинта также будет звучать с одним биением в секунду, и также будет суженной на ту же величину. При соблюдении указанного порядка квинтовый круг получится замкнутый, все полутоны — равными, а все одноименные интервалы и созвучия в любых тональностях будут однородными по характеру звучания и степени консонантности и диссонантности.

Темперацию звуков, входящих в этот же участок диапазона, можно получить и при настройке по квартовым ходам (или по квартовому кругу). Однако, учитывая, что биение у них появляется между четвертой гармоникой нижнего звука и третьей верхнего, частота биения будет больше, чем в темперированных квинтах. В табл. 11 приведены числа колебаний 4 и 3 гармоник и частота биения между ними для квартовых интервалов.

Таблица 11

Кварты	Частота колебаний, гц		Число биений в секунду
	Четвертый обертон нижнего звука	Третий обертон верхнего звука	
Ля — ре ¹	880,00	880,99	0,99
Си-бемоль — ми-бемоль ¹	932,23	933,38	1,05
Си — ми ¹	987,76	988,88	1,12
До ¹ — фа ¹	1046,50	1047,68	1,18
До-диез ¹ — фа-диез ¹	1108,73	1109,98	1,25
Ре ¹ — соль ¹	1174,65	1175,98	1,33
Ми-бемоль ¹ — ля-бемоль ¹	1244,50	1245,91	1,41
Ми ¹ — ля ¹	1318,51	1320,00	1,49
Фа ¹ — си-бемоль ¹	1396,91	1398,49	1,58
Фа-диез ¹ — си ¹	1479,98	1481,04	1,66
Соль ¹ — до ²	1567,98	1569,75	1,77
Соль-диез — до-диез ¹	1661,22	1663,09	1,87

Среднее число биений в этой таблице приблизительно равно 1,4 в секунду, т. е. на 40% больше, чем для квинт.

* Участок звукового диапазона среднего регистра, настраиваемого в темперированные квинтовые или квартовые интервалы, называется зоной темперации.

Поэтому, если мы будем настраивать инструмент в вышеприведенном диапазоне посредством квартовых ходов, причем будем расширять каждую кварту против чистой, до возникновения в ней 1,4 биения в 1 сек (или 7 биений в 5 сек), то мы также с достаточной точностью настроим каждую из них, как темперированную. Круг из 12 таких кварт хорошо сомкнется, и темперация звуков, входящих в зону, получится с высокой степенью точности.

Следовательно, ведя настройку квинтовыми и квартовыми интервалами, расположенными в середине звукового диапазона инструмента, и достигая при этом звучании этих интервалов с указанным числом биений, мы получим правильную темперацию всех звуков среднего регистра. Такая настройка зоны темперации называется настройкой по квинто-квартовому ходу.

Методы настройки фортепиано. Настройка всех 12 тонов одной октавы (последовательно один за другим) возможна лишь при помощи специальных акустических приборов, так как в интервале малой секунды очень трудно обнаружить отклонения на слух.

Наиболее приемлемыми для настройки являются интервалы октавы, квинты и кварты.

Используя характер звучания этих интервалов, в практике настройки музыкальных инструментов с равномерно темперированным звукорядом (фортепиано, баян, аккордеон) пользуются в основном тремя методами настройки зоны темперации: октавно-квинтовым (метод Н. А. Гарбузова — Р. П. Риса); квинто-квартовым и кварто-квинтовым.

Октавно-квинтовый круг охватывает несколько больше, чем полторы октавы, расположенные почти в середине звукового диапазона инструмента от ля малой октавы до ми второй октавы включительно (20 полутонов).

Этот метод настройки зоны темперации выгодно отличается от остальных двух тем, что интервалы октавы и квинты (особенно октавы) значительно шире квартового интервала, что значительно легче воспринимается настройщиком как при его обучении, так и вначале самостоятельной работы. Точность темперированных интервалов по этому методу при равных других условиях может быть достигнута бо́льшая по сравнению с другими методами, включающими в зону темперации меньшее число полутонов.

Правда, октавно-квинтовый метод более трудоемкий, так как он охватывает 20 полутонов вместо 12, но качество звучания созвучий этой зоны и в целом всего инструмента будет превосходить качество звучания инструментов, настроенных двумя другими методами.

Квинто-квартовый круг охватывает полутоны на участке от ля малой октавы до ля первой октавы (13 полутонов) включи-

тельно, в котором имеется только один октавный ход — остальные квинтовые и квартовые.

Кварто-квинтовый круг распространяется от *ми* первой октавы до *ми* второй октавы (13 полутонов) включительно, в котором также имеется только один ход, остальные — квартовые и квинтовые. Этим методом в основном настраивают баяны и аккордеоны, так как в этих инструментах диапазон звуков меньше, чем в фортепиано, и звуки, составляющие участок *ми*¹ — *ми*², расположены в середине диапазона мелодии. Однако, ввиду яркого звучания квартовых и квинтовых интервалов в этой зоне, некоторые настройщики используют этот метод и при настройке фортепиано.

При настройке любого музыкального инструмента с равномерно темперированным строем за исходный тон принимается звук *ля* первой октавы, который настраивают по камертону с частотой колебания 440 *гц*.

Камертон — эталон высоты звука. Он представляет собой изогнутый стальной стержень вилкообразной формы, у основания которого имеется ручка, а концы могут свободно колебаться.

Будучи приведен в колебательное состояние, камертон дает простой (без обертонов) тон с колебаниями, весьма близкими к синусоидальным.

В СССР с 1 января 1936 г. действует общесоюзный стандарт частоты *ля* первой октавы равной 440 *гц* (ОСТ 7710).

Настройку зоны темперации по октавам и квинтам начинают с исходного тона *ля* первой октавы, настраиваемого по камертону и ведут в такой последовательности: от *ля*¹ в чистую октаву настраивают *ля* малой октавы

от <i>ля</i> ¹ в квинту вниз	»	<i>ре</i> ¹
от <i>ре</i> ¹ в октаву вверх	»	<i>ре</i> ²
от <i>ре</i> ² в квинту вниз	»	<i>соль</i> ¹
от <i>соль</i> ¹ в квинту вниз	»	<i>до</i> ¹
от <i>до</i> ¹ в октаву вверх	»	<i>до</i> ²
от <i>до</i> ² в квинту вниз	»	<i>фа</i> ¹
от <i>фа</i> ¹ в квинту вниз	»	<i>ля-диез</i> малой октавы
от <i>ля-диез</i> малой октавы в октаву вверх	настраивают	<i>ля-диез</i> ¹
от <i>ля-диез</i> ¹ в квинту вниз	настраивают	<i>ре-диез</i> ¹
от <i>ре-диез</i> ¹ в октаву вверх	»	<i>ре-диез</i> ²
от <i>ре-диез</i> ² в квинту вниз	»	<i>соль-диез</i> ¹
от <i>соль-диез</i> ¹ в квинту вниз	»	<i>до-диез</i> ¹
от <i>до-диез</i> ¹ в октаву вверх	»	<i>до-диез</i> ²
от <i>до-диез</i> ² в квинту вниз	»	<i>фа-диез</i> ¹
от <i>фа-диез</i> ¹ в квинту вниз	»	<i>си</i> малой октавы
от <i>си</i> малой октавы в октаву вверх	настраивают	<i>си</i> ¹
от <i>си</i> ¹ в квинту вниз	настраивают	<i>ми</i> ¹
от <i>ми</i> ¹ в октаву вверх	»	<i>ми</i> ²
от <i>ми</i> ² в квинту вниз	»	<i>ля</i> ¹

Последний, двадцатый, интервал (квинта *ми*² — *ля*¹) не настраивается, а только проверяется, так как тон *ля*¹ уже был настроен по камертону и при правильной темперации всех предыдущих интервалов этой зоны квинта *ми*² — *ля*¹ должна получиться правильно темперированной, звучащей с одним биением в секунду (она должна оказаться суженной, так же как и другие квинты, на одно колебание в секунду). Интервал *ми*² — *ля*¹, являющийся заключительным, соединяющим круговое движение интервальных ходов с первым настроенным звуком *ля*¹, является также контрольным интервалом, позволяющим судить о качестве настройки и температуры звуков, входящих в зону.

Однако прежде чем судить о правильном или неправильном звучании всех предыдущих интервалов по заключительной квинте (*ми*² — *ля*¹), мы должны, во-первых, убедиться в правильном звучании исходного тона *ля*¹. Для этого по камертону надо проверить не понизился ли тон *ля*¹ в процессе настройки зоны темперации, во-вторых, если заключительная квинта звучит правильно (с одним биением в секунду), то надо определить, благодаря чему это происходит: в результате ли сужения этой квинты, или расширения. Если квинта звучит с одним биением в секунду в результате сужения интервала этой квинты, темперация выполнена правильно; если же окажется, что квинта правильно звучит за счет расширения интервала, в темперации где-то допущена ошибка. Проверка правильности звучания заключительной квинты является очень ответственным делом, и настройщик должен этому уделять максимум внимания, чтобы при проверке не допустить хотя бы малейшую неточность.

В правильности звучания убеждаются так: закрывают вторую и третью струны *ми*², а первую струну осторожно натягивают настроочным ключом, прослушивая изменения в звучании квинты. Если сразу же при натяжении струны число биений начнет увеличиваться, т. е. превышать одно биение в секунду, значит, квинта имела правильную темперацию, полученную в результате сужения квинты и, натяжение этой первой струны хора надо снова уменьшить, чтобы квинта по-прежнему звучала с одним биением в секунду. Если же при натяжении этой первой струны биения квинты исчезнут и квинта при начальном натяжении струны будет звучать чисто (без биения), значит, правильное звучание заключительной квинты вызвано ее расширением. Следовательно, она была темперирована неправильно и следует подвергнуть корректировке не только эту квинту, но и всю зону настройки.

Практика подтверждает, что даже опытным настройщикам не всегда удается правильно замкнуть круг интервальных ходов при настройке зоны темперации. Поэтому при настройке этого участка настройщику следует сосредоточить все свое

внимание и слух на улавливании биения интервальных созвучий. При настройке октавных созвучий их обязательно нужно доводить до чистого звучания.

При необходимости корректировки настройки зоны температуры надо убедиться, в какой части тоны звучат точно и какие интервалы оказались плохо темперированы. Если ошибка допущена вблизи от начала или середины зоны температуры, начинать корректировку следует от первого интервала.

Если же ошибка допущена в конце зоны температуры, корректировку надо вести от конца зоны, двигаясь обратными ходами, и соблюдая правила температуры. При этом надо твердо знать, что настройка зоны температуры ведется, как это уже описано выше, от исходного *ля*¹ октавами вверх и квинтами вниз, за исключением одного интервала (*ля*¹—*ля* малой октавы), что октавы доводятся до совершенно чистого звучания (слитно), а все квинты (взятые вниз) доводятся до одного биения в секунду. Звучания квинт с одним биением в секунду добиваются только сужением квинтовых интервалов, осторожно поднимая для этого нижние звуки этих квинт.

При необходимости ведения корректировки не с первых интервалов, а с последних, октавные и квинтовые интервалы берутся обратными ходами, за исключением первого октавного хода *ля*¹—*ля* малой октавы. В этом случае все октавные интервалы зоны температуры берутся с верхних звуков к нижним (по тональности), т. е. справа — налево, а квинтовые интервалы с нижних звуков к верхним, т. е. слева — направо.

При таком движении квинтовых ходов, их темперировуют, повышая верхний звук, входящий в квинту до одного биения в секунду.

Правильность настройки первой части зоны температуры нужно проверить прежде, чем продолжать дальнейшую настройку. Метод проверки заключается в том, что после настройки *фа*¹ настраивают *фа* (через малую октаву). Одновременно с настроенным *фа* приводят в одновременное звучание исходный звук *ля*¹.

Если вся предыдущая часть зоны температуры настроена правильно, то одновременное звучание *ля*¹ с *фа* должно дать 6—7 биений в 2 сек (или 3—3,5 биений в 1 сек). Если этот интервал будет звучать с большим или меньшим числом биений или совсем без них, значит при настройке первой части зоны температуры где-то допущена ошибка, которую надо найти и исправить, а затем снова проверить интервальное звучание *ля*¹—*фа*. Убедившись в правильности звучания контрольного интервала, можно продолжать настройку остальной части зоны температуры.

Схема настройки зоны температуры по октавно-квинтовому кругу показана на рис. 47.

Настройку по квинто-квартовому кругу также начинают с исходного тона *ля* первой октавы, настроенного по камертону 440 гц.

Этот метод настройки получил наибольшее распространение среди опытных настройщиков, так как его можно выполнить по разным схемам движения квинтовых и квартовых интервалов (ходов) относительно высотного расположения тонов звукоряда настраиваемого инструмента (фортепиано). Ниже приводим две схемы, которыми пользуются наиболее часто.

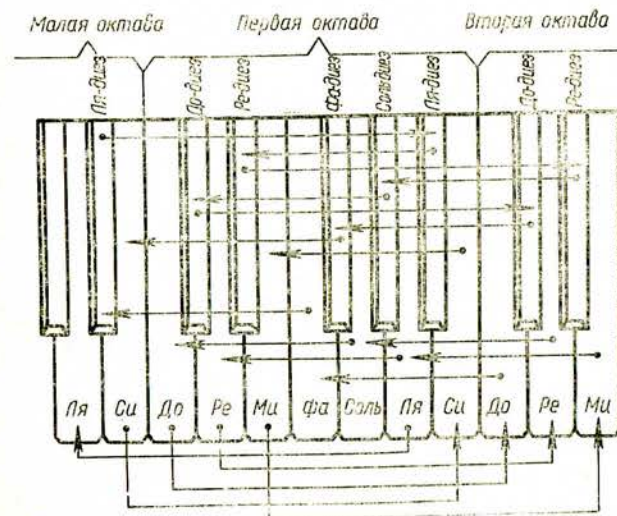


Рис. 47. Схема настройки зоны температуры по октавно-квинтовому кругу

1. От исходного тона *ля* первой октавы, настроенного по камертону 440 гц, настраивают в чистую октаву *ля* малой октавы:

- от *ля*¹ в квинту вниз настраивают *ре*¹
- от *ре*¹ в кварту вверх настраивают *соль*¹
- от *соль*¹ в квинту вниз настраивают *до*¹
- от *до*¹ в кварту вверх настраивают *фа*¹
- от *фа*¹ в квинту вниз настраивают *ля-диез* малой октавы
- от *ля-диез* малой октавы в кварту вверх настраивают *ре-диез*¹
- от *ре-диез*¹ в кварту вверх настраивают *соль-диез*¹
- от *соль-диез*¹ в квинту вниз настраивают *до-диез*¹
- от *до-диез*¹ в кварту вверх настраивают *фа-диез*¹
- от *фа-диез*¹ в квинту вниз настраивают *си* малой октавы
- от *си* малой октавы в кварту вверх настраивают *ми*¹

Как видно из схемы, настройка зоны темперации, включающей одну октаву от *ля* малой октавы до *ля*¹, содержит 12 интервальных ходов; из них один октавный (первый) и квартовый интервал *ми*¹—*ля*¹ (тринадцатый) образуются из двух крайних настроенных звуков, которые являются заключительными. При правильной настройке выше приведенной зоны темперации, заключительная кварта должна оказаться правильно темперированной и звучать с таким же числом биений, как и предыдущая кварта.

При настройке зоны темперации по этой схеме темперирование интервалов, кроме октавного, надо производить, повышая нижние звуки в квинтовых интервалах до одного биения в секунду и верхние звуки в квартовых интервалах.

Если звучание заключительной кварты *ми*¹—*ля*¹ окажется неправильным, значит при настройке допущена ошибка и настройку зоны темперации следует прокорректировать. Перед проверкой и корректировкой следует проверить по камертону звучание исходного тона *ля*¹, который должен звучать в унисон с камертоном. Корректировать настройку можно приведенными выше ходами или обратными ходами, т. е. *ля*¹—*ми*¹; *ми*¹—*си* малой октавы; *си* малой октавы—*фа-диез*¹ и т. д. Обратными ходами следует вести настройку интервальных созвучий до тех пор, пока не будет найдена и исправлена ошибка в настройке зоны темперации.

При этом следует помнить, что исправленные квартовые и квинтовые интервалы должны звучать с биениями, отвечающими требованиям правильной темперации.

2. Вторая схема настройки зоны темперации по квинто-квартовому кругу также начинается с настройки октавного интервала, т. е.

от *ля*¹ в чистую октаву настраивают *ля* малой октавы
от *ля* малой октавы в квинту вверх настраивают *ми*¹
от *ми*¹ в кварту вниз настраивают *си* малой октавы
от *си* малой октавы в квинту вверх настраивают *фа-диез*¹
от *фа-диез*¹ в кварту вниз настраивают *до-диез*¹
от *до-диез*¹ в квинту вверх настраивают *соль-диез*¹
от *соль-диез*¹ в кварту вниз настраивают *ре-диез*¹
от *ре-диез*¹ в кварту вниз настраивают *ля-диез* малой октавы
от *ля-диез* малой октавы в квинту вверх настраивают *фа*¹.
от *фа*¹ в кварту вниз настраивают *до*¹
от *до*¹ в квинту вверх настраивают *соль*¹
от *соль*¹ в кварту вниз настраивают *ре*¹

Настройка зоны темперации заканчивается двенадцатью ходами. Один из них (первый) октавный 13 интервал *ре*¹—*ля*¹ образуется из настроенных звуков, замыкает круг зоны темперации и является контрольным интервальным. При этой схеме настройки темперацию интервалов производят, понижая

до одного биения верхний звук в квинтах и до 1,4 нижний звук в квартах.

Правильность настройки зоны темперации и если нужно корректировку проверяют в соответствии с указаниями, приведенными для настройки по октавно-квинтовому кругу и квинто-квартовому по первой схеме. Графическая схема настройки зоны темперации по квинто-квартовому кругу показана на рис. 48.

Зону темперации от *ми*¹—*ми*² настраивают по кварто-квинтовому кругу следующим образом:

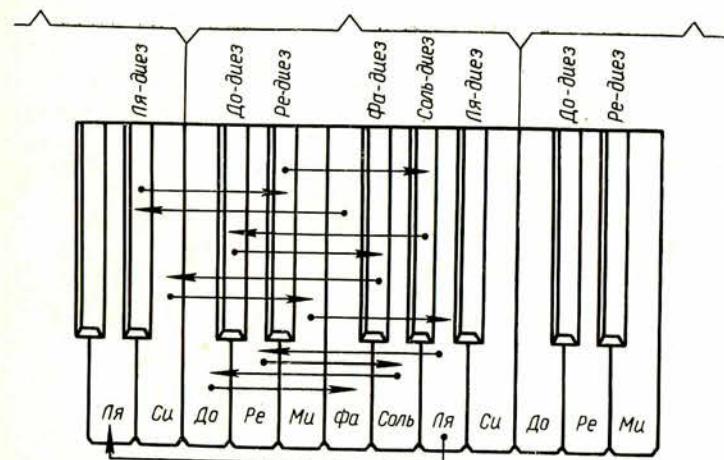


Рис. 48. Схема настройки зоны темперации по квинто-квартовому кругу

от *ля*¹ в квинту настраивают *ре*²
от *ре*² в квинту вниз настраивают *соль*¹
от *соль*¹ в кварту вверх настраивают *до*²
от *до*² в квинту вниз настраивают *фа*¹
от *фа*¹ в кварту вверх настраивают *ля-диез*¹
от *ля-диез*¹ в кварту вверх настраивают *ре-диез*²
от *ре-диез*² в квинту вниз настраивают *соль-диез*¹
от *соль-диез*¹ в кварту вверх настраивают *до-диез*²
от *до-диез*² в квинту вниз настраивают *фа-диез*¹
от *фа-диез*¹ в кварту вверх настраивают *си*¹
от *си*¹ в квинту вниз настраивают *ми*¹
от *ми*¹ берет кварту вверх с уже настроенным *ля*¹.
*Ми*¹—*ля*¹— является заключительным интервалом, замыкающим настроенное последнее *ми*¹ с настроенным первым *ля*¹.
Для большей уверенности, кроме указанных интервалов,

можно настроить в октаву $ми^2$, т. е. октавный интервал $ми^1 — ми^2$. Настроив эту октаву, мы получим еще квинтовый интервал $ми^2 — ля^1$, который может служить дополнительным контрольным интервалом для проверки настройки этой зоны темперации.

Таким образом, при кварто-квинтовой настройке мы имеем два контрольных интервала: $ми^1 — ля^4$ (кварта) и $ми^2 — ля^1$ (квинта).

Так же как и в предыдущих методах настройки, настроенную зону темперации надо проверить, если нужно прокорректиро-

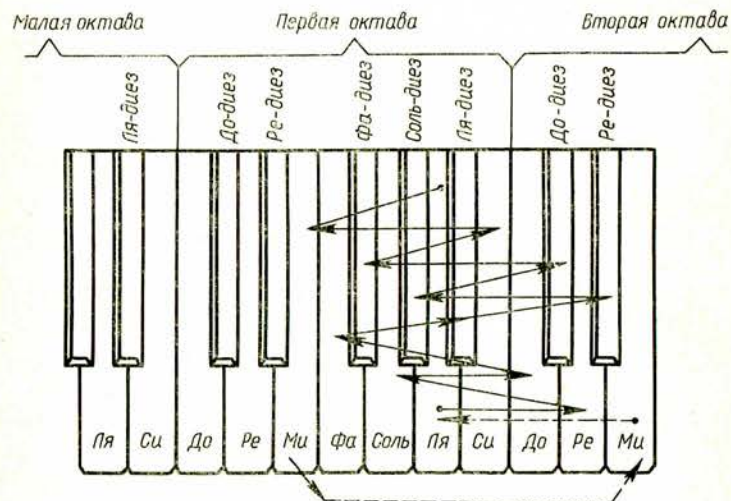


Рис. 49. Схема настройки зоны темперации по кварто-квинтовому кругу

вать по указанной выше методике и только после этого можно продолжать настройку остального диапазона. Схема настройки по кварто-квинтовому кругу показана на рис. 49.

Настройку регистров, лежащих по обе стороны от зоны темперации производят октавными интервалами и, как правило, вначале настраивают звуки низких регистров, а затем высоких. Такое предпочтение в выборе направления основано на опасной концентрации суммарных напряжений на ответственных частях футора и чугунной рамы от натяжения струн при настройке.

В подтверждение этого положения уместно оговорить тот факт, что случаи разрушения чугунных рам при настройке встречаются чаще тогда, когда после настройки зоны темперации переходят к настройке дискантовых, а затем басовых струн.

В низкой части диапазона инструмента октавные интервалы довольно четко прослушиваются до середины контроктавы (примерно до *фа* контроктавы). Поэтому часть диапазона, лежащая

влево от зоны темперации (до *фа* контроктавы), можно настраивать пооктавно, проверяя интервалами в две октавы, а остальную часть (контроктаву и субконтроктаву) — двухоктавными интервалами. При такой настройке лучше прослушивается изменение тональности настраиваемого низкого звука и октавные интервалы получаются более чистыми. В низкой части регистра проверка настроенных струн квинтовыми и квартовыми созвучиями не дает нужного результата и поэтому интервалы меньше октавы для контроля настройки не могут быть рекомендованы.

По окончании настройки низкой части диапазона настраивают дискантовые струны.

Настройку струн высокого регистра также производят поочередно октавными интервалами. При настройке октавами каждую настроенную струну подвергают проверке октавным созвучием через октаву, а также квинтовыми, квартовыми и аккордами (это дается попутно, в ходе октавной настройки).

По окончании настройки дискантовых струн еще раз проверяют правильность звучания интервалов, входящих в зону темперации, если нужно, корректируют и только после этого производят окончательную (чистовую) настройку остальных струн.

Настройка аликвотных роялей. В практике настройки фортепиано встречаются рояли, имеющие в среднем и верхнем регистрах, кроме основных, еще добавочные четвертые струны. Эти добавочные или аликвотные струны при игре звучат слабо, так как они возбуждаются только от резонанса с основными струнами, приводимыми в колебание ударами молотков.

Основные струны в таком рояле настраивают обычными методами; добавочные струны настраивают после завершения общей настройки. Длина аликвотных струн среднего регистра вдвое меньше основных этого же регистра и поэтому их настраивают на октаву выше. Длина аликвотных струн высокого регистра равна длине основных струн и их настраивают в унисон с основными.

Настраивая аликвотные струны, звучание их вызывают медиатором.

Виды настройки фортепиано. К основным видам настройки пианино и роялей относятся:

1. Настройка профилактического характера (без повышения общей высоты звучания инструмента).
2. Настройка с повышением общей высоты звучания до камертонной высоты.
3. Настройка после снятия струн и смены вирбелей, но без перемонтажа чугунной рамы.
4. Настройка после перемонтажа струн и чугунной рамы.
5. Настройка после замены всего комплекта старых струн новыми.

1. Этот вид настройки, как правило, бывает вызван нарушением унисонного звучания отдельных струн внутри хоров некоторых интервалов и, следовательно, аккордов. К причинам неравномерного нарушения строя звукоряда относятся: частые передвижения и перевозки инструмента, неодинаковая толщина вибрелей и величина отверстий для них на вибрельбанке и нарушение правил при выполнении предыдущих настроек инструмента. Настройка может быть выполнена либо путем выборочного корректирования настройкой звучания отдельных унисонов и интервалов без перетемперирования звукоряда, либо путем проведения настройки с темперированием, но без повышения общего звучания инструмента. Выбор настройки зависит от степени нарушения строя, однако следует рекомендовать проведение настройки с темперированием звукоряда.

2. Настройку с повышением общей высоты звучания до камертонной высоты можно рекомендовать при нарушениях строя, перечисленных в п. 1, но к ним еще следует добавить общее понижение звучания всех тонов диапазона в результате постепенного вытягивания струн за большой период времени и частичной деформации опорных конструкций (футора, чугунной рамы, вибрельбанка).

В этом случае следует считать обязательным проведение полной настройки с повышением общего звучания инструмента до камертонного и темперированием звукоряда. Этот вид настройки может быть выполнен по любому методу, приведенному выше, с обязательным соблюдением правил, относящихся к настройке зоны температуры. Повышение общей тональности и темперирования звукоряда обязывают производить настройку два раза: вторую через 6—10 дней после первой. Двойная настройка с перерывом между первой и второй настройками объясняется частичным вытягиванием струн, вызванным дополнительной нагрузкой, образовавшейся в результате повышения общего звучания и увеличения натяжения всех струн и некоторой деформацией опорных частей, вызванной суммарной дополнительной нагрузкой.

3. Третий вид настройки вызван общим нарушением строя из-за снятия струн, и восстановление строя не может ограничиться двукратной настройкой; она дополняется предварительной настройкой, называемой цвиковкой, которую производят сразу же после наклейки струн, без установки механизма, когда пианино еще находится на тележке в горизонтальном положении. Цвиковка — грубая настройка еще невытянутых струн. Для сокращения времени на вытягивание струн после их наклейки, равномерного распределения нагрузок на опорных частях, уплотнения подструнных подушек и более быстрой усадки древесины вибрельбанка цвиковку струн делают с повышением строя на $\frac{1}{2}$ тона выше камертона.

4. Перемонтаж струн и чугунной рамы и восстановление строя требуют четырехкратной настройки инструмента: цвиковки, первой, второй и третьей (чистой) настроек.

Дополнительную третью настройку в этом случае приходится делать из-за того, что из-за перемонтажа чугунной рамы увеличивается продолжительность времени на окончательное распределение нагрузок между футором и чугунной рамой, образовавшихся от натяжения струн, а следовательно, значительно увеличивается и время на распределение напряжений на струнах. Из-за этих причин процесс стабилизации нагрузок по узлам опорных конструкций и напряжений на струнах протекает довольно медленно. Поэтому общую продолжительность времени от цвиковки до последней чистой настройки нужно увеличить до 15—20 суток.

5. Этот вид настройки включает весь объем работ, выполняемый в четвертом пункте, но продолжительность всего процесса удлиняется от 22 до 50 суток. Такой период времени обуславливается процессом релаксации* новых струн, который длится у струн хорошего качества 20—22 суток, у струн плохого качества — 50 суток.

Ускорить процесс стабилизации строя можно в некоторой степени за счет повышения всего строя при настройках. Так, первую и вторую цвиковку (если вторая цвиковка выполняется) делают на $\frac{1}{2}$ тона выше нормального, первую настройку — на $\frac{1}{4}$, а вторую — на $\frac{1}{8}$.

При выполнении цвиковки струны проглаживают бруском из твердой древесины и осаживают на штеговых штифтах деревянным молотком. Проглаживание струн позволяет быстрее выравнивать внутренние напряжения в материале струн. Это рекомендуется делать до цвиковки и после нее с большим нажимом бруска на струны (эта операция ускоряет процесс релаксации). Кроме того, во время цвиковки и настройки следует проверять прочность посадки вибрелей, проверять подъем и уплотнение колец на вибрелях, распределение струн по хорам, а заодно и очистить струны от пыли и грязи.

Прочность посадки вибрелей в основном проверяют привычным приложением усилия руки, необходимого для поворота вибреля настроечным ключом. Величину крутящего момента можно определить пружинным динамометром, привязанным к рукоятке настроечного ключа и оттягиваемого силой, направленной перпендикулярно к оси рукоятки. По длине рукоятки 30 см и силе 2,4 кг контрольная величина крутящего момента будет равняться 72 кг/см, что считается нормой.

Инструменты для настройки. При выполнении непосредственной настройки звукоряда пользуются основными инстру-

* Спад напряжения в струне, находящейся под нагрузкой.

ментами (рис. 50). К ним относятся: камертон, настроочный ключ, клинки — деревянный и войлочный (фильцевый). Однако при настройке старых инструментов настройщику приходится выполнять и ряд других работ, связанных с заменой оборвавшихся струн новыми, со сменой слабых вибрелей более толстыми и т. д. Инструменты для выполнения этих работ являются вспомогательными. К ним относятся: торцовый ключ с гнездом для вибреля квадратного сечения, обратный ключ для снятия сломанных вибрелей, молоток для посадки вибрелей, хорейзен для

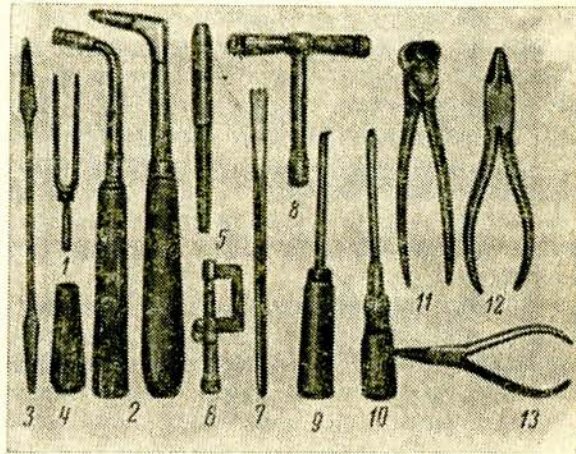


Рис. 50. Инструмент для настройки:

1 — камертон; 2 — ключи настроочные; 3 — клинок деревянный; 4 — клинок из плотного фильца; 5 — ключ для удаления сломанных вибрелей; 6 — микрометр; 7 — хорейзен; 8 — квадратный ключ; 9 — крючок для подъема колец на вибрелях; 10 — отвертка; 11 — кусачки; 12, 13 — плоскогубцы

планировки струн по хорам, струномер (калибр) для определения диаметра струнной проволоки, крючок для подъема колец на вибрелях, кусачки, плоскогубцы и отвертка.

Настроочные ключи бывают разных типов и служат для поворачивания вибрелей при настройке. В зависимости от формы гнезда для вибреля (звездочка или квадрат) ключи делаются восьмигранные и четырехгранные (квадратные). Головка ключа с гнездом для вибреля должна быть изготовлена из легированной стали и никелирована.

Деревянный двусторонний клинок представляет собой фигурную планку, обтянутую с двух концов замшей. Его применяют для глушения дискантовых (гладких) струн пианино. Войлочный клинок — это заостренная клином полоска плотного фильца; применяется для глушения всех струн рояля и басовых струн пианино.

Практические указания настройщику:

1. Счет хоров, струн внутри хора, нумерацию клавиш и других деталей клавиатуры и механизма ведут слева — направо.
2. Количество вибрелей равно количеству струн. Счет вибрелей для каждого хора струн ведут у пианино сверху вниз (1, 2, 3), у рояля — в направлении от подструнной подушки к форбауму.

3. Заглушают струны при настройке у пианино в дискантовой части — на уровне демпферных головок, в басовом регистре — выше демпферных головок; у рояля — в дискантовой части — за демпферными головками, в зоне малой октавы и басовой партии — перед демпферными головками. Нельзя заглушать струны на линии удара молотков.

4. Ставить ключ на вибрель надо глубоко (до отказа), чтобы головка ключа плотно, без большого люфта охватывала грани вибреля.

5. Настройку пианино нужно вести стоя, и ключ нужно ставить рукояткой кверху, а при настройке рояля — рукоятку нужно ставить направо от настраиваемой струны.

6. Поворачивать рукоятку следует медленно и плавно, без рывков.

7. Настройку каждой струны нужно доводить поворачиванием ключа по часовой стрелке, но для создания более устойчивого положения вибреля и уменьшения перенапряжения в струне на участке от вибреля до порожка следует на вибрель слегка нажать ключом в обратном направлении, но ни в коем случае не поворачивая и не изгибая его. Этот прием следует применять при настройке всего диапазона фортепиано.

8. По окончании настройки ключ следует снимать с вибреля осторожно, только движением вверх, чтобы не нарушить его положения.

9. У пианино вибрели, как правило, находятся примерно на высоте груди настройщика. Естественным его стремлением будет нажимать на вибрель вниз, что совершенно недопустимо, так как приводит к постепенному расширению отверстия в вибрельбанке в вертикальном направлении и ослаблению вибреля.

Кроме того, наклоняя вибрель, можно легко изменить высоту тона струны, но после удара молотком по струне вибрель опять примет прежнее положение, и струна изменит тональность. Поэтому вибрели нельзя наклонять и изгибать ключом; их нужно только поворачивать. Надо знать, что сгибание вибреля не обеспечивает длительного сохранения строя инструмента.

10. Круговое движение ключа, требуемое для поворота вибреля, очень незначительно, поэтому нужно соразмерить усилия, передаваемые на рукоятку ключа. Сопротивление, оказываемое

вирбелем и струной, сравнительно невелико и, применяя излишнее усилие, можно повернуть вирбель на больший угол, чем это требуется. Действуя ключом, не следует допускать лишних поворотов и рывков вирбеля, так как это приведет к ослаблению его посадки.

11. При настройке исходного тона ля¹ по камертону настраивают первую струну, а вторую и третью настраивают в унисон с первой. При настройке первой струны, вторую и третью струны заглушают клинком, заклинивая его между ними. Приводя в звучание струну и камертон, нужно сравнивать звук струны со звуком камертона и во время их звучания плавно поворачивать ключом вирбель, натягивая струну до тех пор, пока звуки камертона и струны не сольются.

Для настройки второй струны в хоре клинок вставляют между третьей и первой струнами соседнего хора. Свободными остаются первая и вторая струны в хоре. Так как первая струна уже настроена, то ее звучанием можно пользоваться вместо камертона. Ключ вставляют на вирбель второй струны и, приведя в звучание две струны, плавным поворотом вирбеля достигают звучания второй струны в унисон с первой. Для большей точности настройки нужно выдерживать более длительное звучание струн. Если при звучании в течение 10—12 сек не обнаруживается ни одного биения — настройка выполнена точно.

Для настройки третьей струны клинок совсем удаляют, а ключ вставляют на вирбель третьей струны; настраивают ее теми же приемами в унисон с первыми двумя.

По окончании настройки трех струн звучание хора проверяют по камертону. Если будут слышны биения, следует проверить первую струну отдельно и снова настраивать их до тех пор, пока звук хора струн не будет совершенно сливаться со звуком камертона.

Эти приемы настройки хора струн повторяют затем при настройке других интервалов.

12. Приемы настройки струн в унисон полностью повторяются при настройке последующих хоров струн, образующих октавные, квинтовые и квартовые интервалы с настроенными звуками. Однако нужно твердо помнить, что октавы должны звучать совершенно чисто; темперированные квинты — с одним биением в секунду и темперированные кварты с 1,4.

13. При настройке звуков в унисон и интервалы характер звучания струн и биения прослушивают при свободном положении ключа, так как в момент поворота ключа вирбель и струна не имеют устойчивого положения.

14. Если в последний момент движения ключа случайно было слишком большим и струна оказалась перетянутой так, что вновь появились биения, то нужно обратным поворотом ключа опустить ее немного ниже остальных и доводить до пра-

вильного звучания правым поворотом ключа, так как окончательная настройка всех струн инструмента должна быть закончена поворотом ключа по часовой стрелке.

15. Для ограничения движения ключа при его повороте и избежания рывков при вращении вирбеля локоть правой руки настройщика должен упираться о форбаум при настройке рояля, и о верхнюю крышку при настройке пианино; сам настройщик во время работы должен слегка повернуться лицом к левой части инструмента.

16. При ремонте пианино и роялей встречаются инструменты разной конструкции и далеко с неодинаковой прочностью опорных частей. Поэтому без тщательного осмотра и определения состояния инструмента в целом и особенно его опорных частей (футора и чугунной рамы) не следует приступать к настройке. При осмотре особое внимание нужно уделить определению состояния чугунной рамы, футора и вирбельбанка. Если на чугунной раме будет обнаружена трещина или нарушена прочность вирбельбанка (трещины, разрушение клеевых соединений, деформации на всей длине или на отдельных участках), от настройки инструмента нужно отказаться, объяснив заказчику, что нужно делать с инструментом.

17. Строй старых инструментов, оказавшийся ниже уровня камертона, при настройке нужно поднимать до высоты камертонного звучания постепенно за два-три раза, дав инструменту выдержки между настройками 4—5 дней, чтобы струны могли обтянуться, а опорные конструкции принять устойчивое равновесие.

ИНТОНИРОВКА

Характер звучания (тембр) инструмента зависит от многих факторов конструктивного и технологического порядка, которые учитываются при изготовлении фортепиано и являются более или менее постоянными при нормальной эксплуатации. Но качество звучания, зависящее от молотков, по мере их износа изменяется и это обстоятельство обязывает нас обращать внимание на состояние молотков больше, чем на другие узлы инструмента.

Рабочие части молотков по мере эксплуатации изнашиваются, теряют свою первоначальную форму, в связи с чем увеличивается длина участков струн, соприкасающихся с ударной поверхностью молотков и ухудшается тембр. Поэтому при производстве среднего и капитального ремонта, а иногда и до ремонта, чтобы придать молоткам нужную форму, их подвергают шлифованию стеклянной шкуркой или заменяют новыми. В результате такой обработки, частичной замены старых молотков новыми, а также неравномерного уплотнения отдельных молотков

при эксплуатации, характер звучания отдельных тонов, а иногда и группы, будет значительно отличаться от соседних звуков, т. е. нарушится ровность тембра между тонами, составляющими звуковой диапазон.

Чтобы избавиться от неровного и неприятного звучания, молотки подвергают специальной обработке, позволяющей увеличить или уменьшить жесткость и упругость их.

Обработка молоточкового фильца, связанная с изменением механических свойств, способствующих улучшению качества звучания инструмента, называется интонировкой.

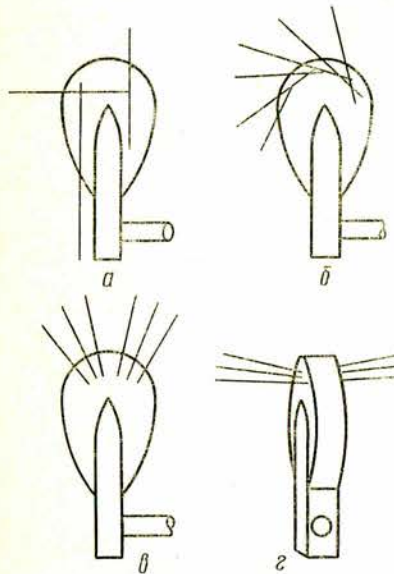


Рис. 51. Приемы интонировки

вочными иголочками (рис. 54) в различных направлениях. Эти приемы обработки молотков можно свести к следующим:

1. При сжатом и жестком фильце внутренних слоев и нормальной упругости на наружных слоях рабочей части молотка производят глубокое накальвание длинной одиночной иглой вдоль оси керна, что способствует разрыхлению внутренних слоев фильца и дает заметное выравнивание общей упругости (рис. 51, а).

2. При сжатом и жестком фильце наружных слоев фильц накальвают не более чем на $\frac{1}{3}$ толщины слоя в зоне рабочей части молотка (рис. 51, б). При этом направления проколов должны быть под некоторым углом к оси молотка. Такая обработка фильца значительно уменьшает жесткость его

Практикой установлено, что при наличии молотков с жестким фильцем (при равных других условиях) сила звука инструмента несколько увеличивается, но тембр ухудшается, он становится резким. Чрезмерно мягкий фильц способствует уменьшению силы звука и также не улучшает тембр. Следовательно, для улучшения качества звучания инструмента и достижения ровности звучания всех тонов звукового диапазона жесткие молотки соразмерно характеру звучания смягчают (разрыхляют), а чрезмерно мягкие уплотняют.

Если звук какой-либо ноты окажется слишком резким, то причиной этого является слишком жесткий и твердый фальц, который нужно смягчить. Для этого фальц накальвают интонировочными иголочками

поверхностных слоев при сохранении плотности и упругости глубоких слоев.

3. При необходимости уменьшения жесткости наружных и средних слоев фильц накальвают иглами, но направление берется радиальное; за центр линий накальвания принимают вершину керна (рис. 51, в).

4. Чтобы уменьшить жесткость фильца только в средних слоях, его накальвают с боков (рис. 51, г).

Величина игловок для накальвания принимается разная: для обработки молотков высокого регистра применяют более тонкие иглы; средних регистров — среднего размера и басовых молотков — иглы большого размера. Диаметры игловок принимаются от 0,4 до 1,4 мм, длины рабочих частей 10—16 мм.

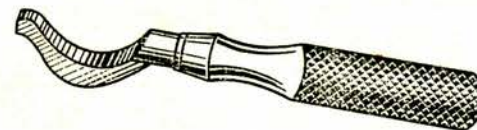


Рис. 52. Утюжок для уплотнения фильца молотков

При окончательной доводке качества звука рекомендуется пользоваться только одиночной иглой, которая позволит достигнуть наиболее тонких изменений в характере интонируемого звука.

Для сохранения равномерной упругости обрабатываемой части молотка фильц следует накальвать в разных местах и направлениях, не попадая в одно место дважды. При накальвании не рекомендуется поворачивать и изгибать иглу, так как это приведет к частичному разрушению частиц фильца и общему ослаблению молотка. Не следует накальвать поверхность молотков в местах удара по струнам: от этого фильца головки значительно быстрее разрабатывается и приходит в негодность. Звуковой результат, полученный таким способом интонировки, оказывается кратковременным.

При обнаружении молотков с чрезмерно мягким фильцем, не обладающим необходимой упругостью, методы обработки применяются противоположные первым; они должны способствовать уплотнению фильца и увеличению упругости.

Фильц молотков уплотняют в основном двумя способами: горячим утюжком (рис. 52) и пропиткой молотков связывающими фильц веществами. Фильц утюжат специальным утюжком, подогретым до температуры, при которой он начинает обогреть шерсть фильца, образуя на поверхности желтоватую окраску. Поверхность фильца молотков предварительно слегка смачивают и плотно проглаживают узкую грань (рабочую)

утюжком. Образующийся при нагревании пар, проникая в глубину фильца, уплотняет и увеличивает упругость. Утюжок держат на поверхности головки молотка до полного высыхания фильца. После утюжки поверхностный пожелтевший слой фильца осторожно снимают шлифовкой стеклянной бумагой.

Если уплотнение получится чрезмерным и нота станет звучать резко, несоответственно общему характеру звучания, то плотность уменьшают накальванием. Если же первая утюжка не дала нужного результата, операция уплотнения повторяется.

Уместно сказать, что применение избыточного количества воды при проглаживании молотков утюжком может привести к ослаблению связи между волокнами шерсти и потере необходимой упругости.

Второй способ увеличения плотности и упругости молотков заключается в пропитке фильца смолистыми связующими веществами. Практика показала, что этот способ себя оправдал. Молотки пропитывают 1,5—3%-ным раствором нитроклетчатки в бутилацетате и 2—5%-ным раствором сандарочной смолы в спирте. Очевидно, что для малого увеличения плотности фильца следует брать нижний предел концентрации смолы, для большего — верхние пределы нитроклетчатки и смолы, указанные в процентах.

Такие же результаты уплотнения фильца даст применение шеллачной и копаловой смолы, но цвет раствора будет желтый и пропитка молотков раствором из этих смол изменит натуральный цвет молотков. Поэтому при пропитке молотков применять шеллачные и копаловые лаки и политуры не рекомендуется.

При уплотнении молотков с применением вышеуказанных растворов фильц пропитывают на боковых участках молотков, а не на вершинах, являющихся рабочими участками. Такое требование диктуется сохранением структуры фильца рабочей (ударной) части, предотвращением образования излишней жесткости на этом участке и сохранением срока службы молотков. Дело в том, что при пропитке боковых участков молотков, при высыхании связывающего раствора фильц стягивается, как бы уменьшает свой объем и линейную величину периметра. Такое уменьшение вызывает напряжения наружных слоев, что способствует увеличению упругости фильца на рабочей части молотка.

Связывающий раствор на боковые участки наносят небольшим тампоном из медицинской ваты, чтобы пропитались только наружные слои фильца. Если состояние плотности (и упругости) молотков нуждается в уплотнении наиболее удаленных слоев от поверхности, пропитку ведут под давлением. При единичной пропитке молотков (в ремонтных мастерских) такую пропитку можно делать обычным медицинским шприцем со снятой иглой: набрав полный цилиндр жидкости и плотно прижав вы-

ходное отверстие к плоскости молотка, жидкость нагнетают поршнем в фильц. Если жидкость не прошла сквозь фильц, то операцию повторяют с другой стороны. Меньшее количество связывающей жидкости в средние слои фильца можно наносить этим же шприцем через иголку.

Независимо от способов, применяемых для увеличения или уменьшения плотности и упругости молотков при интонировке, работу следует начинать с тщательной проверки звучания всего диапазона, постепенно проигрывая хроматическую гамму сверху вниз и обратно. В процессе проигрывания гаммы каждый хор струн нужно приводить в звучание с одинаковой силой удара руки по клавишам, внимательно прослушивая звучание каждой ноты, улавливая его характер и силу.

Если будет замечено, что некоторые звуки по тембру и силе дают хорошее звучание, то клавиши, соответствующие этим звукам, отмечают, чтобы они могли служить образцами при последующей интонировке остальных звуков. Дальнейшая работа по интонировке заключается в выравнивании качества звучания и достижении равномерности переходов от одного звука к другому, третьему и т. д. Этого достигают, уменьшая или увеличивая плотность и упругость молотков прокальванием, утюжкой и пропиткой, приведенными выше методами.

Оценку качества звучания каждого тона нужно производить при средних и сильных ударах по клавишам, чтобы выявить характер изменения тембра при звучании *piano* и *forte*.

Как видно из вышеизложенного, при оценке качества звучания отдельных тонов и всего звукового диапазона слуховые данные интонировщика играют первостепенную роль. Поэтому окончательную звуковую отделку фортепиано нельзя поручать настройщику, не обладающему тонким, хорошо натренированным ощущением звукового спектра.

Если качество работы настройщика зависит от его способностей улавливать счет биений и добиваться их полного исчезновения при настройке струн в унисон и октавы и определении числа биений при настройке по квинтам, квартам, то качество работы интонировщика зависит только от его способности улавливать и распознавать самые тонкие различия в тембре и силе звуков как смежных, так и отдаленных по высоте.

Настройщику, осваивающему искусство интонировки, рекомендуется как можно чаще и с пристальным вниманием вслушиваться в звучание первоклассных марочных инструментов, стремиться улавливать в них не только малейшую разницу в тембре и силе отдельных звуков и созвучий, извлекаемых с одинаковой силой и одинаковым приемам игры, но почувствовать и запомнить общий характер их тембра, чтобы составить ясное представление о красоте звука, к которой нужно стремиться.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ
И ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ**

После завершения ремонта непосредственный исполнитель работы или старший мастер ремонтных мастерских (цеха) должен произвести тщательный осмотр инструмента, проверить его техническую и акустическую готовность.

В этом смысле особенно велика моральная ответственность ремонтника или настройщика, работающего на дому по разовому вызову. Если исполнитель технически недостаточно грамотен, неаккуратен, привык работать небрежно — он может оставить после себя массу огрехов и по существу не только не улучшить качество инструментов, но часто ухудшить их.

Недоделки, мелкие дефекты всегда суммируются, нарастают и закономерно создают у владельцев инструментов плохое мнение о добросовестности выполнения работы.

Дефекты, возникшие от недоделок или в результате некомпетентности ремонтных мастеров, можно свести в своеобразную таблицу (табл. 12).

Осмотр выполнения сделанных работ проводят в последовательности, определяемой объемом ремонта.

1. В пианино удаляют верхнюю и нижнюю рамки, клап, цирлейстик; в рояле откидывают переднюю крышку, заднюю поднимают на штиц, удаляют нотный пульт, клап, бакенклетцы, галтельейстик (передний брусок). Затем вынимают механизм и осматривают внутреннее пространство инструмента, состояние розанансовой деки, струн, вирбелей, вирбельбанка, готовность их к работе.

2. Осматривают молоточковый механизм, клавиатуру с точки зрения качества исправлений, чистоты отделки, прочности соединений.

3. Вставив механизм на место, проверяют правильность его установки, выход на линию удара, точность совпадения узлов со струнными хорами, нет ли западаний и посторонних шумов, скрипов, проверяют прочность фиксации механизма в рабочем положении, ровность клавиатуры.

4. Многократным проигрыванием проверяют безотказность работы всех частей механизма, медленными опусканиями клавиш проверяют ауслезирование, друк; быстрыми ударами — установку на фенгер; частыми ударами «стокатто» по одной и той же клавише — репетиционность механизма.

Далее обследуют работу демпферного узла, педалей, здесь же определяют, насколько легко и удобно получается игра.

5. Проверяют качество настройки по камертону и опробованием интервалов зоны темперации с последующим проигрыванием остального диапазона, особое внимание при этом следует

Неисправность	Причина неисправности
Клавишно-молоточковый механизм	
Сиплое, нечистое звучание, длительное прилипание молотков к струнам, вызывающее заглужение массы обертонов, вязкая игра	Молотки оставлены необработанными, головки срезаны от ударов по струнам
Ухудшен тембр звука, нарушено сопротивление механизма	Форма молотков выправлена не шлифованием, а резанием ножом. В результате снят толстый слой фильца, молотки уменьшены в размере и весе
Скрип и стуки во время игры; молотки, фигуры идут со сбоем в сторону; постепенно их оси выдвигаются из капсулей	Ослабли оси. Оставлено большое количество изношенных суконных втулочек в капсулях шультеров, фигур, шпилеров
Стучание шпилеров о дерево, неровная тяжелая игра	Пробой или поражение молью шультерных подушек
Потеря молотками четкого хода, репетиционности (явление «дреббелирования»)	Поломанные шультерные пружины не заменены новыми
Скрипение и свисты во время игры, потеря подвижности осей в сукне, западание клавиш	Коррозия латунных осей в капсулях
Сильное скрипение при игре; прекращение действия педали	Коррозия в шарнирах (крючках) демпферной штанги механизма пианино или подъемной доски правой педали в рояле
Заметные скрипы во время игры, произвольное звучание хора струн	Коррозия и поломки демпферных пружин, демпферы вышли из строя
Заклинивание осей, западание узлов механизма	Разбухание суконных втулочек или постепенное поднятие ворса этого сукна в результате трения осей
Стук молотков, шпилеров, клавиш	Польстеры, шультерные подушки и замша на выступах пианинных шультеров приклеены всей поверхностью
Проскакивание и дреббелирование молотков, нечеткость, неровность игры	Протерты фенгерные подушечки и замша на контрфенгерах
Частые обрывы и, как следствие, западание отдельных узлов	Истлели бентики и петли из шнурков на шпилерных пружинах механизмов рояля
Демпферы стучат о струны, неполное глушение струн	Переуплотненный демпферный фильц со следами ржавчины от струн
Слабое отжимание шпилеров и выход механизма из строя от прекращения работы шпилеров	Деформация шпилерных пружин

Неисправность	Причина неисправности
Неровный ход клавиш, западание, стуки и скрипение	Протерлись суконные или кожаные наклейки в клавиатурных капсюлях
Педали не действуют	Деформация или поломка pedalных пружин
Стук и треск во время игры, постепенный сбой молотков на сторону, выход из строя, западание клавиш	Отклеились молотки, контрфенгерные головки, шпилерные капсюли, стойки, репетиционные фигуры
Мелкий друк, отсутствует «нах-друк», дреббелирование молотков, неприятное туше	Клавиши установлены слишком низко
Нечеткая игра, разное сопротивление на всех клавишах, плохое туше	Неровная клавиатура
Большой холостой ход клавиши, потеря чувствительности механизма, дреббелирование молотков, затрудненная игра	Большой шпилерлюфт в механизме однорепетиционной конструкции
Западание клавиш	Чрезмерно уплотненные капсюли на клавишах мешают свободной их посадке на штифтах
Клавиши запрокидываются назад, передние кромки их поднимаются над замочным бруском (глубокий друк), вязкая тяжелая игра	На клавиатурной раме изношен тонкий войлок, очень толстые шайбы на вагебанке
Проскакивание шпилеров, западание	В однорепетиционном механизме шпилерлюфт отрегулирован в плотную, чрезмерно туго. Молотки лежат не на войлоке, а подпираются шпилерами
Тяжелая игра, плохая репетиционность, неприятное туше	Преждевременное ауслезирование (более 4 мм от струн)
При игре <i>piano</i> дреб. молотков, прилипание к струнам	Позднее ауслезирование (менее 2 мм от струн)
Срыв молотков, дреб.	Фенгеры, отрегулированные на поздний захват молотков (более чем за 18—20 мм от струн) не захватывают молотки при ударах средней силы и <i>piano</i>
Западание механизма	Фенгеры отрегулированы на ранний захват молотков, при отходе их от струн менее чем на 15 мм, молотки теряют свободный ход, зажимаются фенгерами

Неисправность	Причина неисправности
Неровный, глубокий друк, нарушение регулировки, неприятная вязкая игра, стук клавиш во время игры	Повреждены молью друкшайбы
Тяжелая игра, неполное заглушение струн	Ложки отрегулированы на ранний отход демпферов и демпферные узлы лежат на ложках Неточная подгонка демпферов по струнам
Неплотное перекрытие струн, плохое заглушение их, призвуки, неровный отход от педали	Чрезмерный изгиб шлейфов и натягивание ими бентиков
Приподнимание фигур, проскакивание шпилеров, западание узлов механизма	Неправильная разбивка шпатцев фигур или шлейфов, несоответствие фигур с молоточками узлами
Задевание соседних фигур, молоточных узлов, соударение шлейфов о проволоки соседних фенгеров — потеря точности работы механизма, западание	Чрезмерно усилены репетиционные пружины
Резкие броски молотков на струны, фенгеры не захватывают молотки, дреб на слабых и средних по силе ударах	Неотрегулирован и слишком велик ход левой педали в рояле
Молотки ударяют между струнными хорами, заставляя звучать сразу два хора струн, фальшивое звучание	В клавишах выработались до овальной формы отверстия в доньшках для посадки на опорные штифты
Осциллирующее движение (переменное скольжение назад и вперед) клавиш во время игры, непрерывное смещение точки упора пилотов в фигуры, большая затрата усилий пианиста на преодоление сил трения, неточная, тяжелая игра	
Струнная одежда	
Быстрое затухание колебаний, глухое, лишенное яркости звучание басовых струн	Новые струны и керны басовых струн не вычищены, носят следы смазки
Нечистое фальшивое звучание, не устраняемое настройкой	Дребезжание басовых струн из-за разбившейся навивки
Слабое и неправильное звучание струн	После ремонта оставлены дефектные плоско спиленные струнные штабики на металлической раме и колебательная энергия струн бесполезно перетекает в опоры
Быстро гаснущее звучание, звенящие призвуки	Каподастровые планки слабо давят на струны, мал угол перегиба струн за штабиком, плохая, неполная отсечка рабочей части струн

Неисправность	Причина неисправности
<p>Неустойчивый строй</p> <p>Затруднения при настройке, быстрое нарушение строя</p> <p>Струны каждого отдельного хора располагаются на разных уровнях, нижние струны сильнее возбуждаются ударами молотков, верхние — слабее; звенящие призвуки</p> <p>Изогнуты или сломаны штифты у основания (рамы)</p> <p>Неустойчивая посадка струн вызывающая длительное нарушение строя и возможность полного разъединения струны с вирбелем, если короткий кончик струны выскочит из вирбельного отверстия</p>	<p>Неточная разбивка вирбельного поля и смещение вирбельных отверстий при сверловке вирбельбанка</p> <p>Струны соприкасаются с вирбелями, возникает дополнительная сила трения, препятствующая настройке</p> <p>Вирбели вбиты в вирбельбанк без тщательной очистки от грязи и смазки, не покрыты мелом. В результате они поворачиваются не плавно, а рывками, скрипят, постепенно ослабевает плотность их посадки</p> <p>В отверстиях аграфов в результате давления струн сильно и неравномерно выработался металл; быстрый износ молоточного фильца</p> <p>После монтажа струн струнные петли неопущенные до основания штифтов могут выгнуть и вырвать штифты из рамы</p> <p>После накладки струн струнные кольца не сжаты вплотную, а кончики струн полностью не вправлены в вирбели</p>
<p>Опорные конструкции</p> <p>Быстрая деформация древесины от давления вирбелей, вплоть до образования разрывов волокон; потеря способности устойчиво держать строй</p> <p>Разрушение склеек при первой же настройке, выход инструмента из строя</p> <p>Слабое держание строя, из-за недостаточного трения между поверхностью вирбелей и стенками отверстий</p> <p>Плохое держание строя из-за мелкой посадки вирбелей; неустойчивость вирбелей</p>	<p>Новый вирбельбанк сделан из некондиционного материала с низкими механическими качествами</p> <p>Секции и щиты вирбельбанка склеены непроверенным на крепость клеем или с нарушением режимов температуры, величины давления, выдержки</p> <p>Новый вирбельбанк просверлен под вирбели сверлом, диаметр которого мало отличается от диаметра самих вирбелей; перегорание древесины от сверления сильно нагретым сверлом</p> <p>В старом вирбельбанке с несквозным сверлением произведена замена первоначальных коротких вирбелей на новые длинные, от натяжения струн образуется большой изгибающий момент</p>

Неисправность	Причина неисправности
<p>Раздробление и раскалывание нижних слоев древесины, вирбельбанка, выход последнего из строя</p> <p>Потеря прочности и устойчивости всех опор, деформация краев деки, резкое ухудшение звучания</p>	<p>Новые длинные вирбели углублены в вирбельбанк несквозного сверления</p> <p>В футоре оставлены расклейки обвязок и соединительных брусков</p>
<p>Резонансовая дека</p> <p>Потеря декой упругости, дребезжание, быстрое затухание звука</p> <p>Короткое, быстро гаснущее звучание: дребезжащие или звенящие призвуки от вибрации струн на штеговых штифтах</p> <p>Неряшливый вид черных фуг, непрочные соединения, быстро разрушающиеся от натяжения струн, плохое звучание</p> <p>Заторможенные колебания струн от соударения с верхней плоскостью штегов, быстрое затухание звука</p> <p>Большой поперечный перегиб в плоскости штега (шранк) создает сильное давление на штифты, что может вызвать разрывы древесины штегов</p> <p>Заметный спад силы и певучести звука</p>	<p>Отклеились кромки резонансовой деки, штеги, рипки</p> <p>Резонансовая дека просела, оказалась с нулевым или отрицательным куполом</p> <p>Неплотная склейка фуг резонансовых щитов, неплотная приклейка рипок и штегов, применение недоброкачественного клея</p> <p>Очень коротко срезаны фаски на штегах для струнных хоров новых штег</p> <p>Неправильная штифтовка штегов, штифты смещены в стороны от прямой линии следования струн</p> <p>Неплотная приправка деки к обкладкам футора, гнезда для рипок сделаны глубже и шире поперечника фасок самих рипок. Неплотная заделка краев резонансовой деки является источником рассеивания колебательной энергии</p> <p>Неправильная короткая срезка фасок у рипок, толщина фасок превышает технические условия</p> <p>Резонансовые болты, поддерживающие металлическую раму, задевают за кромки резонансовой деки; шпрейцы рамы касаются кромок штегов</p> <p>Рама неплотно приправлена к поверхности вирбельбанка и футора, притянута только с помощью шурупов. В шпрейцах рамы возникают опасные напряжения изгиба.</p> <p>При накладке рамы на футор сделан большой друк при малом куполе у старой резонансовой деки. Вертикальные, составляющие силы, резко возрастающая, вдавливают резонансную деку</p>
<p>Потеря подвижности деки на низких и средних частотах, слабое, сдавленное звучание</p> <p>Дребезжание деки во время игры</p> <p>Трещины в чугунном литье, выход инструмента из строя</p> <p>Полная потеря звучности</p>	

обращать на крайние октавы, дающие ощутимую фальш вследствие органических дефектов спектра их звука. Одновременно проверяют тембр звука, его соответствие характеристике инструмента и условиям эксплуатации, ровность звучания по всему диапазону.

6. Осматривают части корпуса, определяют качество выполненных столярных работ. Собирая корпус, одновременно проверяют прочность крепления мелких деталей, точность их установки, особенно клапов и карнизов, действие фиксаторов, замка. Проверяют качество лицевой отделки (если она возобновлялась), нет ли царапин, трещин, неровно окрашенных мест, матовых пятен, следов грубой неровной подмазки лаком и т. п.

Все замеченные приемщиком недостатки должны быть описаны и перечень их вручен исполнителю для немедленного исправления. То же должен сделать для себя и настройщик или рабочий-ремонтник, выполняющий разовую работу на месте. При этом надо всегда учитывать, что есть работы, которые, будучи сделаны однажды, требуют обязательного повторения или возобновления. К таким относятся: необходимость второй регулировки механизма, если он проходил хотя бы даже частичную гарнировку суконных, фильцевых или замшевых прокладок. Эти новые прокладки очень быстро уплотняются, вызывая появление больших люфтов, образование неровностей в линиях расположения однотипных деталей и узлов. То же можно сказать и о смене вибрелей, струн, всего вирбельбанка. Усадка клеевых прослоек, винтовых соединений, смятие древесины, естественное вытягивание материала струн обязательно требует повторения настройки не менее 3—4 раз. Происхождение этих явлений нельзя относить к категории недоработок; связанные с ними дополнительные работы следует ввести в перечень обязательных мероприятий.

Подводя итог, можно сделать вывод, что принятый из ремонта инструмент должен получить удовлетворительную оценку только в том случае, если в результате осмотра утановлено, что:

1. Инструмент безупречно настроен, не имеет фальши в гармонии; хоры и отдельные струны не расстраиваются при игре *fortissimo*.

2. Тембр ровный по всему диапазону.

3. Во время игры не прослушиваются посторонние призвуки от струн, резонансовой деки, механизма, частей корпуса.

4. Механизм работает без западаний, проскакиваний, с одинаковым сопротивлением клавиатуры по всему диапазону, без дреббелирования молотков, с хорошим заглушением струн демпферами, нормальным действием педалей.

5. Все части механизма, струны резонансовой деки и корпус тщательно вычищены, трущиеся части добросовестно смазаны.

6. В механизме все детали прочно закреплены, шпатцы

точно выровнены и распределены по струнным хорам, капсюльные соединения имеют достаточную плотность, оси не выдвинуты из капсюлей.

7. Съемные части корпуса не имеют дефектов, точно и без затруднений устанавливаются на месте, легко закрепляются.

8. Все склейки выполнены качественно, прочно с тонкими ровными фугами, выжатый клей аккуратно удален, следов клея на рабочих частях не оставлено.

Хорошей и отличной оценки заслуживает только такое выполнение ремонтных работ, когда:

1. Достигнута особая точность и безупречная ровность работы механизма, высокая его чувствительность и репетиционность, механизм заметно улучшен в отношении статического сопротивления под пальцами, игра облегчена, ликвидирована вялость, инертность клавиш по всему диапазону.

2. В процессе резонансовых работ удалось восстановить первоначальные характеристики деки настолько, что вместо тусклого слабого звука с низким потолком мощности звучание стало сильным, полным, с высоким порогом нарастания динамики звука, хорошей кантилой (пением) во всех регистрах.

3. Вся внутренняя и лицевая отделка выполнены не только технически грамотно и чисто, но и художественно, на уровне лучших образцов промышленных изделий в отношении подбора отделочных материалов, тонкого качества работы, бережного и даже любовного отношения к каждой детали инструмента.

4. Когда в результате настройки и интонировки инструмент не только получил достаточно устойчивый строй и грамотно, чисто настроен, но благодаря точности восстановления вирбельбанка и тщательного проведения струнных работ достигнуто абсолютно прочное держание строя по всему диапазону, когда настройка и интонировка выполнены художественно, заметно улучшили существующие звуковые характеристики инструмента.

ПРАВИЛА ПОЛЬЗОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТОМ

1. Перед игрой на фортепиано нужно аккуратно снять чехол, осмотреть инструмент и открыть клавиатурную крышку (клап). Открывание клапа пианино не должно сопровождаться ударом его наружной поверхности о верхнюю раму, а клапа рояля — о форбаум, так как в результате таких ударов на поверхностях клапа и верхней рамы (пианино) и форбаума (рояля) образуются разрушения вначале на полировке, а затем и на облицовочной фанере.

2. Если пианист играет только для развития техники игры или играет обучающийся (в начальный период), при этом неза-

чем открывать все крышки рояля, а достаточно открывать только клап; при таких условиях инструмент меньше засоряется наружной пылью.

Это положение распространяется и на пианино.

3. Для большей громкости звука пианист открывает крышку рояля. В этом случае переднюю часть крышки нужно откинуть на заднюю, затем обе вместе поднять и поставить в наклонном положении на штиц (упор).

Открывать крышки и поднимать нотную подставку нужно без резких поворотов, рывков и тем более без ударов, чтобы обеспечить сохранность полировки, петель и пюпитра.

4. Во избежание загрязнения и пожелтения облицовки (кости) на клавишах, играть на инструменте нужно чисто вымытыми сухими руками, также нельзя подвергать клавиатуру воздействию лучей солнца; по окончании игры клавиатуру сразу же надо закрыть.

5. Для лучшего звучания инструмента его не следует ставить вплотную к стене; в особенности это относится к пианино — оно должно стоять на расстоянии в пределах 5—8 см от стены.

6. Нельзя пользоваться инструментом сразу же после доставки его в квартиру в зимнее время: при закрытых крышках инструмент должен простоять 5—6 ч, чтобы все отпотевшие поверхности за это время успели просохнуть и принять температуру окружающей среды.

После просушки инструмент необходимо тщательно протереть сухой чистой фланелевой тряпкой как снаружи, так и внутри, особенно все металлические части.

7. При пользовании педальным механизмом не следует нажимать лапки резкими толчками и резко сбрасывать ноги с педалей, так как это приводит к быстрой порче педального механизма и демпферной системы.

ПРАВИЛА УХОДА

1. При доставке инструмента из магазина или фабрики после ремонта, даже при соблюдении всех правил погрузки и транспортировки, точность его настройки и регулировки механизма нарушается. Поэтому после доставки инструмента в квартиру его необходимо настроить, а также проверить и, если нужно, отрегулировать его механизм.

2. В новом инструменте или отремонтированном с перемонтажом струн и с заменой войлочных прокладок, ввиду постепенного вытягивания струн, уплотнения соединений опорных частей и запрессовки прокладок настройка звукоряда и регулировка механизма нарушаются. Такой инструмент необходимо

в течение первого года пользования не менее двух раз настраивать и регулировать.

3. В процессе пользования инструментом (после первого года) необходимо не менее одного раза в год производить профилактический квалифицированный осмотр его, корректировку настройки, устранение мелких неисправностей, общую чистку от пыли и регулировку механизма. Профилактику следует делать весной и осенью; во всех случаях для осмотра и выполнения указанных работ необходимо приглашать опытного фортепианного мастера.

4. Для частичного предохранения полированной поверхности корпуса от мелких механических повреждений и от пыли рекомендуется закрывать инструмент чехлом, который надо один раз в неделю снимать и вытряхивать, а также удалять пыль с поверхностей фортепиано.

5. При хранении инструмента без чехла следует удалять пыль с поверхностей только один раз в неделю, так как от частого вытирания пыли полировка довольно быстро теряет зеркальный глянец, тускнеет.

6. Освежать полированные поверхности роялей и пианино может только опытный полировщик.

7. Для предохранения суконных и войлочных (фильцевых) деталей от моли во внутреннее пространство инструмента следует помещать нафталин или камфару. В пианино наиболее удобно помещать эти вещества внизу инструмента, на цокольном полу. Запах нафталина, поднимающийся вверх, будет хорошо проникать во все части механизма и эффективно действовать на личинки насекомых. Нафталин следует ставить на цокольный пол в открытых пакетах (1—2 пакета).

Для предохранения войлочных и суконных деталей клавиатуры в пианино и механизма в роялях рекомендуется помещать нафталин под клавиатуру на поверхность шульрамы; делать это должен мастер, так как для этого нужно снимать клавиатуру.

8. При обнаружении на корпусе инструмента мелких дырочек, образованных жучком-древоточцем, не следует прибегать к окуриванию помещения хлорпикрином, так как пары этого ядовитого вещества повреждают поверхности металлических деталей инструмента (струны, пружины и т. п.).

При начальной стадии поражения корпуса или отдельных его деталей надо в ходы жучка впрыскивать шприцем с толстой иглой аптечный формалин или смесь керосина с уксусом. После двух-трехкратного впрыскивания все отверстия ходов жучка нужно закрыть воском, парафином или пластиком. Пары формалина или керосина с уксусом, проникая вглубь по каналу, убивают личинку жука. Такую обработку рекомендуется производить три раза, с интервалом 7—10 дней.

ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

1. Древесина, сукно, фильцы, столярные клеи, применяемые для изготовления роялей и пианино, гигроскопичны: они могут менять свое первоначальное состояние в зависимости от влажности воздуха.

2. Металлические детали, даже никелированные, в условиях высокой влажности быстро корродируют. Поэтому, как излишне влажный, так и излишне сухой воздух в помещении вредны для хранения фортепиано. Нормальными условиями для сохранения пианино и роялей являются: температура окружающего воздуха 14—20°С и относительная влажность воздуха 50—60%.

Нельзя ставить инструмент вблизи отопительных приборов (ближе 1,5 м), так как это вызывает рассыхание деревянных частей, деформацию их и ослабление клеевых соединений.

3. Нельзя ставить инструмент у наружной сырой стены или хранить его в сыром помещении, это вызывает разбухание деревянных частей, их деформацию, гниение клея в столярных соединениях, коррозию на стальных деталях, западание клавиатуры и, как результат,—понижение качества звучания инструмента.

4. Инструмент необходимо предохранить от сквозняков; продолжительное влияние холодного воздуха также вызывает деформации деревянных частей инструмента.

5. На инструмент не должны падать прямые солнечные лучи, так как от этого быстро растрескается полировка вместе с облицовочной фанерой и деформируются части корпуса.

6. На крышки инструментов нельзя ставить теплые, горячие и влажные предметы, так как они вызывают разрушение полировки и облицовочной фанеры.

7. Перемещают рояли и пианино в помещении при помощи роликов, укрепленных на ножках. При этом нужно избегать рывков и резких толчков, а также следить за тем, чтобы ролики легко катились по полу и вилки их были повернуты по направлению движения. Малейшие затруднения при движении или повороте инструмента следует устранить, слегка приподняв его у того ролика, из-за которого движение почему-либо затруднено. Перекатывать рояль удобнее втроем. Перекатывать рояль с открытой крышкой и клапаном не следует. Перед передвижением рояля нужно проверить крепление ножек и состояние роликов.

Перекатывать пианино удобнее вдвоем, каждый должен одной рукой взяться за низ консольбачки, а другой за ручку футора. В момент перекачивания пианино его следует придерживать, чтобы оно не опрокинулось в сторону задней стенки.

ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

А

Абник — регулировочный винт для установки высоты подъема репетиционного рычага механизма рояля

Абстракт — деревянный стержень, подвешенный шарнирно к фигуре, соединяющий молоточковый механизм с клавишей

Аграф — латунный винт с отверстиями в головке, фиксирующими положение струн хора

Аксендрат — латунные прутки для изготовления осей, на которых вращаются молоточки и другие рычаги механизма

Ауслезирование — отвод толкающего рычага-шпилера в сторону от молоточкового узла

Ауслезерная пупка — круглая кнопка на винте, превращающая прямолинейное движение шпилера во вращательное

Ауслезерный лейстик — линейка, в которую завинчены винты с ауслезерными пупками

Аншлаг — части струн от линии удара молотков до струнных штабиков чугунной рамы

Б

Бачки — части корпуса, несущие клавишно-молоточковый механизм

Бакенклетцы — бруски, заполняющие пространство между крайними клавишами и бачками корпуса

Бентик — гибкая ленточка, соединяющая молоточковый узел с фигурой

В

Вирбель — колок для закрепления струны

Вирбельбанк — деревянное ложе для вирбелей

Вагебанк — опорный брусок клавиатурной рамы, на штифты которого надеваются клавиши

Вебфильц — мягкий, протканый нитью, пружинящий войлок, надеваемый на шультерные выступы

Г

Гаммербанк — брус, на котором монтируются все детали молоточкового механизма

Гаммерштиль — деревянная палочка, несущая на себе молоток.

Гаммерлейстик — планка с войлочной подушкой, на которую ложатся молотки механизма рояля

Гарнировка — отделка частей молоточковых механизмов и клавиатур суконными, войлочными и замшевыми прокладками

Д

Демпфер — глушитель струн
Демпфергальтер — рычаг, держащий демпферную головку в механизме пианино

Демпферлейстик — деревянная планка, направляющая рояльные демпферы по струнным хорам

Декатировка — уплотнение суконных и войлочных материалов

Дреббелирование — явление дрожания молотков, вызывающее дробные удары их по струнам

Друк клавиатурный — глубина опускания клавиш от исходной позиции до упора в суконные друкшайбы клавиатурной рамы

Друклетц — шаблон для измерения глубины опускания клавиш

Друкцанги — специальные плоскогубцы для обжатия суконных прокладок клавиш

Друк струн — давление, создаваемое струнами на резонансовую деку

З

Затц — комплект однотипных деталей молоточкового механизма и клавиатуры

Заглушка — брусок, наклеенный на резонансовую деку, ограничивающий распространение звуковых волн

И

Интонировка — обработка молоточковых головок с целью улучшения окраски звука

К

Кантель — навивка на басовых струнах

Капсюль — деревянная или металлическая колодочка, направляющая движение рычагов молоточковых механизмов и клавиш

Каподастр — металлическая планка, привинчиваемая к вирбельбанку и прижимающая струны к струнному штабику

Керн — деревянный брусочек, являющийся основой фортепианного молотка

Керн — стальная струна, на которой выполняют навивку

Клап — откидная крышка, закрывающая клавиатуру

Клетцы — деревянные бруски различной формы и размеров, несущие функции ограничителей, упоров

Консоли — вертикальные фигурные стойки корпуса пианино

Контрфенгер — тормозной башмачок на каждом молоточковом узле механизма пианино

Креповка — регулирование проволочных деталей механизма путем изгибания

Крепэйзены — специальные регулировочные инструменты для выгибания проволочных деталей

Крепцанги — специальные плоскогубцы для регулирования частей клавишного и молоточкового механизмов

Контрклавиатура — набор демпферных рычагов, встроенных в корпусе рояля позади клавиатуры

Л

Лейстики — длинные рейки или планки, ограничивающие перемещение рычагов клавишно-молоточкового механизма

Линия удара — совокупность точек удара фортепианных молотков на струнах

Ложка — металлический стерженек на заднем конце фигуры молоточкового механизма, приводящий в движение демпфер

М

Механика — неточное бытовое название фортепианного молоточкового механизма

Модератор — устройство для приглушения звука, вдвигающее планку с полосой мягкого войлока в пространство между струнами и молотками

Н

Нагель — деревянный штифт для укрепления клеевых соединений

Нахдрук — добавочный ход клавиши после вывода толкающего рычага-шпилера из-под молоточкового узла

О

Обердемпфер — старая демпферная система в пианино, где все демпферные узлы, привинченные на деревянную доску, накладываются сверху на молоточковый механизм

П

Панцирь — сплошная плита чугунной рамы, закрывающая вирбельбанк

Пасовка — точная подгонка частей при сборке

Польстер — подушка в виде длинной полосы из толстого мягкого сукна, на которую ложатся молотки или клавиши

Педадь — система рычагов, приводимых в действие ногой исполнителя для изменения продолжительности и громкости звучаний

Пилоты — регулируемые винты, передающие движение от клавиш к фигурам механизма

Пупка — круглая колодочка, служащая для упора или держания мелких деталей молоточковых механизмов

Пушель — мягкий плоский войлок демпферов, заглушающих гладкие струны

Р

Рулейстик — планка, на которую ложатся молотки в механизме пианино

Резонансная дека — деревянная пластина, усиливающая звучание струн

Репетиция — устройство клавишно-молоточковых механизмов, позволяющее быстро повторять удары молотков по струнам

Рипки — упругие деревянные бруски, наклеенные на резонансовую деку для улучшения ее акустических и механических качеств

Рихтовка — выравнивание хода молотков и других частей механизма

Ф

Фенгер — тормозная колодочка на проволочной стойке, захватывающая фортепианный молоток при его отходе от струн

Фершибунг — металлический угольник, передвигающий механизм рояля при нажатии левой педали

Фильц — высокосортный технический войлок различной плотности, из которого изготовляют молоточковые и демпферные головки

Фигура — промежуточный горизонтальный рычаг с насаженным на ось толкателем-шпилером, передающий движение от клавиши к молотку

Флейки — малые суконные шайбы на опорных штифтах клавиатурной рамы

Форбаум — брусок лицевой части корпуса рояля, закрывающий спереди чугунную раму и вирбельбанк

Фусклетц — верхняя широкая часть ножки рояля или брус, в который ввинчиваются ножки

Фуга — линия прилегания или склейки деревянных частей
Футор — массивная деревянная рама, несущая на себе все части пианино и рояля

Х

Хор — созвучие двух или трех струн, настроенных в один тон и ударяемых одним молотком

Хорейзен — стальная оправка для выравнивания интервалов струн на штабке рамы

Ц

Цирлейстик — длинный брусок, закрывающий просвет между клавишами и клавиатурным кланом пианино

Цуги — деревянные рычаги педального механизма

Цоколь — деревянный пол, закрывающий снизу корпус пианино

Ш

Штабик струнный — литой порожек на вибральном панцире чугунной рамы, на котором каждая струна разделяется на работающую (звучащую) и неработающую части

Штанга демпферная — металлический стержень на гаммербанке, отводящий демпферы пианино от струн

Шток — короткий деревянный штифт, передающий движение подъема демпферов при нажатии правой педали рояля

Штег — подставка для струн в виде деревянного бруса на лицевой стороне резонансовой деки

Штейнунг — расстояние, на которое отстоят фортепианные молотки от струн

Штиц — упор для подъема крышки рояля

Штифтовка — соединение подвижных частей механизма с капсулами на коротких осях (штифтах)

Штульрама — массивная рама, привинчиваемая к бачкам корпуса и служащая базой для клавишно-молоточкового механизма

Шпатц — расстояние (зазор) между однотипными деталями клавишно-молоточкового механизма

Шпатцэйзен — инструмент для регулирования зазоров между узлами и деталями механизма

Шпилер — толкающий рычажок, приводящий в движение молоток

Шпилерлюфт — зазор между головкой шпилера и выступом шультера в исходной позиции механизма

Шпрейцы — брусья футора и чугунной рамы, несущие нагрузку от сил натяжения струн

Шпон — строганая или лущеная фанера

Шлейф — проволочный стерженек с петлей на конце для присоединения ленточки бентика к фигуре

Шультер — фигурная плоская колодочка, в которой крепится молоток и имеется выступ для упора шпилера

ЛИТЕРАТУРА

Белов С. И., Бандас Л. Л., Минин А. Е. Щипковые музыкальные инструменты М., Гослесбумиздат, 1963.

Буглай Б. М. Технология столярно-мебельного производства. М., Гослесбумиздат, 1960.

Гарбузов Н. А. Музыкальная акустика. М.-Л., Музгиз, 1954.

Гладилин А. Н., Дубинин Н. П. Технология металлов. М., Машгиз, 1952.

Дьяконов Н. А. Рояли и пианино. М., «Лесная промышленность», 1964.

Есенберлин Р. Е. Пайка металлов. М., Машгиз, 1959.

Зимин П. Н. Фортепиано в его прошлом и настоящем. М., Музгиз, 1934.

Лашко Н. Ф., Лашко С. В. Некоторые проблемы свариваемости металлов. М., Машгиз, 1963.

Михайлов В. Н. Столярно-механическое производство. Л., Гослестехиздат, 1948.

Реллей Дж. В. Теория звука, т. I. М., Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1955.

Тюлин Ю. Н., Привалов Н. Г. Учебник гармонии. М., «Музыка», 1964.

Фадеев И. Г., Кузнецов И. А. Ремонт гармоник, баянов и аккордеонов. М., «Легкая индустрия», 1965.

