

Ніжинський державний університет
імені Миколи Гоголя

Лекції до курсу:

«Ремонт та настроювання
музичних інструментів»

Упорядник
Володимир Гливацький

Ніжин - 2025

УДК 780.6(07)

Л 43

Рекомендовано Вченою радою
Ніжинського державного університету
імені Миколи Гоголя (НДУ ім. М. Гоголя)
Протокол № 10 від 27.03.2025 р.

Рецензенти:

Кандидат педагогічних наук, доцент, в. о. завідувача кафедри
інструментально-виконавської підготовки, Ніжинського державного
університету імені Миколи Гоголя Дворник Юрій Фіодосійович;

Народний артист України, Професор кафедри оркестрового диригування та
інструментознавства Національної музичної академії України
імені П. І. Чайковського Шумський Микола Олександрович

Лекції до курсу: «Ремонт та настроювання музичних інструментів»
Л 43 / Упоряд. В. Гливацький. – Ніжин, Видавець Лисенко М.М., 2025. –
198 с.

ISBN 978-617-640-685-3

Ця книга є навчальним посібником, що знайомить із будовою, історією, ремонтом і налаштуванням клавірних музичних інструментів, зокрема фортепіано та роялів. Видання складається з тематичних лекцій, які охоплюють всі основні вузли інструментів: від корпусу, футору, струн і клавіатури — до педального механізму й особливостей історичних та сучасних строїв.

Посібник подає знання у зрозумілій, логічній формі, і буде корисним студентам музичних навчальних закладів, викладачам, технікам, а також усім, хто цікавиться ремонтом і доглядом за музичними інструментами.

© В. Гливацький, упорядкування, 2025

© НДУ ім. М. Гоголя, 2025

© Видавець Лисенко М.М., 2025

ISBN 978-617-640-685-3

Зміст

Передмова	7
Лекція 1. Історія створення клавішних музичних інструментів.	8
Історія та розвиток органа	8
Клавикорд.....	9
Клавесин	10
Знайомство з фортепіано: стилі, форми та розміри	11
Старовинні фортепіано	11
Вікторіанські фортепіано.....	12
Фортепіано двадцятого століття	14
Самогральні фортепіано	17
Електронні фортепіано	20
Розміри різних видів фортепіано та роялів.....	22
Додаткова та використана література	22
Лекція 2. Футор – дерев’яна опора. Дерев’яний корпус	23
Цілісний футор	24
Секційний футор.....	24
Подвійний футор	25
Футор з комбінованими матеріалами.....	25
Безфуторні інструмент.....	27
Корпус фортепіано	27
Корпус рояля.....	30
Додаткова та використана література	33
Лекція 3. Чавунна рама – металева опора.....	34
Деякі поради по ремонту	38
Додаткова та використана література	39
Лекція 4. Вірбельбанк.	40
Налаштувальні піни (вірбелі).....	44
Поради по ремонту	46
Додаткова та використана література	55
Лекція 5. Резонансна дека. Резонансна дека та мости.....	56
Вади та способи їх усунення. Звукова дошка.....	60
Мости.	61
Додаткова та використана література	63

Лекція 6. Струнний одяг. Струни	64
Обшивка	68
Заміна обірваних струн	69
Заміна струн з індивідуальними кінцевими петлями	72
Схеми натягування струн	75
Додаткова та використана література	78
Лекція 7. Клавіатура. Клавіатурна рама.....	79
Каркас клавіш	80
Клавіші. Будова механізму	83
Чищення клавіш.....	85
Перестановка клавіш та механізму.....	86
Клавішна рама.....	87
Клавіші.....	87
Коригування та очищення клавіш	89
Обслуговування та ремонт клавіш на старих фортепіано.....	92
Регулювання клавіш. Фортепіано	96
Вирівнювання білих клавіш.	100
Вирівнювання чорних клавіш.	104
Регулювання клавіш. Рояль	105
Додаткова та використана література	106
Лекція 8. Молоточковий механізм.....	107
Гамербанк: будова та функції	108
Молоточки.....	109
Виробництво молоточків.....	109
Вертикальна механіка	110
Основні рейки механіки.....	110
Рухомі частини механізму	111
Як працює механізм вертикального фортепіано	113
Глушники (Демпфери).....	114
Варіації вертикальних механізмів	115
Механізм консолі.....	121
Механізм пониження	122
Додаткова та використана література	125
Лекція 9. Молоточковий вузол.....	126

Поломка ніжки молоточка.....	127
Заміна ніжки молоточка в роялі:.....	128
Заміна ніжки в фортепіано	129
Відсутність молоточка	131
«Підстрибування» молоточків	131
Поломка пружин хвостовика молоточка	132
Заміна зношених молоточків.....	132
Основні правила обробки:	133
Фінальне випробування	134
Інструменти для формування молоточків	134
Додаткова та використана література	135
Лекція 10. Демпферний вузол.	136
Поради по ремонту	138
Додаткова та використана література	140
Лекція 11. Кінематика клавішно-молоточкового механізму. Клавішний вузол	141
Конструкція механізму	142
Принцип дії механізму.....	142
Регулювання ходу білих клавіш.	144
Регулювання ходу чорних клавіш (дієзів).	145
Визначення відстані зупинки молоточків.....	146
Необхідність правильного ходу клавіші та відстані зупинки молоточків.	147
Остаточне випробування.	147
Додаткова та використана література	147
Лекція 12. Педальна система. Педалі вертикального фортепіано.....	148
Ліва педаль (приглушення звуку).....	149
Права педаль (педаль сустейну)	149
Центральна педаль (состенуто або басовий сустейн).....	149
Практична педаль (заглушення звуку).....	149
Мандоліновий ефект	150
Декоративна педаль.....	150
Конструкція педального механізму.....	150
Педалі рояля.....	150
Ліва педаль (м'яка, або una corda)	152
Права педаль (педаль сустейну)	152

Центральна педаль (состенуто або басовий сүстейн)	153
Педалі.....	154
Регулювання педалей. Фортепіано	156
Регулювання педалей. Рояль	157
Додаткова та використана література	158
Лекція 13. Історичні строї. Піфагорійський стрій	159
Проблеми піфагорійського строю	159
Натуральний стрій.....	160
Піфагорова та Дідімова коми.....	160
Проблема незамкнутості натуральних ладів	160
Піфагорійська кома	161
Дідімова кома.....	161
Додаткова та використана література	162
Лекція 14. Рівномірно-темперованій стрій. Винайдення та суть рівномірно- темперованого строю	163
Історія	165
Китай.....	166
Європа.....	166
Теорія налаштування.....	167
Теорія та реальність	171
Робота з ключем	172
Вправи для налаштування інструменту:.....	174
Основні правила роботи з настроювальним ключем.....	179
Принципи та типи настроювання фортепіано. Налаштування унісонів	181
Налаштування октав.....	183
Налаштування темперованих квінт	183
Додаткова та використана література	186
Пояснення технічних термінів	187
Корисні посилання	196
Рекомендована література	197

Передмова

Музичні інструменти, особливо клавішні, мають складну будову та потребують ретельного догляду, ремонту та налаштування. Ця книга є зібранням матеріалів, що стосуються історії розвитку, конструкції та методів обслуговування клавішних інструментів. Вона буде корисною як для музикантів, так і для фахівців, які займаються ремонтом та налаштуванням інструментів.

Упорядковуючи цей матеріал, я спирався на авторські публікації, наукові дослідження та практичний досвід майстрів. Кожна лекція містить структуровану інформацію, яка допоможе читачеві глибше зрозуміти будову та функціонування клавішних інструментів, а також ознайомитися з ключовими аспектами їх ремонту. Звісно, вмістити усю наявну інформацію і досвід сюди не вдасться, проте головні аспекти тут все таки висвітлені.

Матеріал подано в логічній послідовності, починаючи з історії створення клавішних інструментів і закінчуючи сучасними методами їх обслуговування. В кінці кожного розділу подано список використаної літератури, що дозволяє читачеві самостійно досліджувати тему глибше.

Особливу увагу приділено питанням інтонаційної злагоди, регулювання механіки та налаштування інструментів, що є клавішаовими у професійній діяльності настроювачів та реставраторів.

Ця книга не є підручником у класичному розумінні, але вона може бути корисною як навчальний посібник для студентів музичних навчальних закладів, викладачів, а також всіх, хто цікавиться питаннями ремонту та налаштування клавішних інструментів.

З повагою,

Володимир Гливацький, упорядник

Лекція 1. Історія створення клавішних музичних інструментів.

Історія та розвиток органа



qr-code 1. 3д модель органу.

Орган належить до клавішних духових інструментів. Його походження пов'язують із флейтою Пана, яка складалася з кількох трубок різної довжини, з'єднаних у ряд. Завдяки цьому музиканти могли отримувати звуки різної висоти, по черзі вдуваючи повітря в окремі трубочки. Згодом цей принцип був використаний при створенні гідравлоса – «водяного органа», що був винайдений у III столітті до н. е. в Олександрії грецьким механіком Ктесибієм. Перші великі органи почали з'являтися приблизно в IV столітті н. е.

Протягом тривалого часу інструмент мав значні технічні обмеження, що впливало як на якість звуку, так і на можливості гри. Лише у VII–VIII століттях з'явилися покращені моделі, які дозволяли органістам виконувати мелодії хоралів в унісон зі співаками, що позитивно впливало на звучання церковних хорів.

У 666 році Папа Римський Віталіан прийняв рішення про введення органа в богослужіння християнської церкви. До X століття цей інструмент активно використовувався в храмах як латинського, так і візантійського обрядів.

Після поділу християнства у 1054 році орган зник із храмів, які підпорядковувалися Візантії, однак у католицьких церквах його продовжували використовувати для супроводу мес. Згодом цей інструмент викликав багато суперечок, і лише рішення Тридентського собору (1545–1563 років) остаточно закріпило його роль у богослужіннях.

Свого розквіту органна музика досягла у XVII–XVIII століттях, зокрема в Німеччині та Франції. Оскільки професії виконавця як такої ще не існувало, органісти того часу були водночас і композиторами.

У XIX столітті розвиток органа зазнав значного впливу науково-технічного прогресу, що сприяло вдосконаленню будівництва інструментів. Початок XX століття приніс прориви в галузі електроніки, завдяки чому з'явилися органи з сотнями регістрів і шістьма чи навіть сімома мануалами. Особливо помітні досягнення продемонстрували американські компанії, які створили грандіозні органи у Філадельфії, Атланті та інших містах. Деякі з цих інструментів і досі не перевершені за кількістю труб, мануалів і регістрів.

Клавікорд



qr-code 2. 3д модель клавікорду.

Першим клавішним інструментом зі струнами став клавікорд. Він виник у пізньому Середньовіччі, хоча точна дата його появи залишається невідомою. Конструкція клавікорда мала певну схожість із сучасним фортепіано, проте його звучання було надзвичайно м'яким і недостатньо гучним для виконання перед великою аудиторією. Завдяки компактним розмірам і простоті у використанні клавікорд став популярним серед домашніх музикантів. Він був поширений у період бароко, і, ймовірно, його можна було знайти в оселях багатьох композиторів тієї епохи, зокрема Йоганна Себастьяна Баха.

Механізм клавікорда був досить простий. Під час натискання клавіші маленький мідний елемент, відомий як тангент, ударяв по струні, а водночас демпфер піднімався, дозволяючи струні вібрувати. Кожна клавіша цього інструмента відповідала одній струні, тоді як у сучасному фортепіано може бути до трьох струн на кожен звук. Попри тихе звучання, клавікорд мав здатність передавати динамічні зміни, такі як кресцендо та димінуендо, що робило його унікальним для того часу.



Рис.1. Клавікорд

Клавесин

Ще один клавішний інструмент – клавесин – імовірно з'явився в Італії у XV столітті. Його звучання отримували завдяки пташиним пір'ям або шматочкам шкіри, що діяли за принципом медіатора, щипаючи струни. Розташування струн у клавесині було подібним до сучасного рояля – вони лежали паралельно клавішам, тоді як у клавікорда та фортепіано вони натягнуті перпендикулярно.

Через відносно слабку гучність клавесин не був пристосований для виконання музики у великих концертних залах. Щоб продовжити звучання окремих нот, композитори активно використовували мелізматику – різноманітні музичні прикраси. Найчастіше клавесин застосовувався як інструмент для акомпанементу.



Рис. 2. Клавесин

Знайомство з фортепіано: стилі, форми та розміри

Фортепіано займає особливе місце серед клавішних інструментів. Лише в ньому використовуються молоточки, які ударяють по налаштованих струнах, а потім відскакують, дозволяючи їм вільно вібрувати та створювати стійке звучання.

Кожен звук у фортепіано має спеціальний механізм, що розташований між клавішею та молоточком. Перед ударом молоточок від'єднується від клавіші, що дає йому змогу відскочити після контакту зі струнами. Інтенсивність натискання на клавішу впливає на силу удару молоточка: повільне натискання дає м'яке звучання, тоді як швидке – забезпечує більш гучний звук. Це дозволяє піаністу регулювати динаміку виконання.

Старовинні фортепіано

Бартоломео Крістофорі (1655–1731) на початку XVIII століття розробив перше фортепіано, яке дозволяло музикантам варіювати гучність звуку – від тихого до гучного, завдяки спеціальному тікаючому механізму молоточків. Назва «фортепіано» походить від оригінального терміна, який використовував Крістофорі, – *piano et forte*, що перекладається як «тихо і голосно».

Фортепіано значно відрізнялося від інших клавішних інструментів того часу. У клавесині звук отримували шляхом щипкової дії механізму, що перебирає струни, а в клавикорді невеликі мідні тангенти, закріплені на кінцях клавіш, лише злегка торкалися струн, створюючи м'яке, ніжне звучання. Унікальна динамічна виразність фортепіано зробила його революційним інструментом.

Завдяки своїй універсальності фортепіано й досі залишається одним із найпопулярніших клавішних інструментів як у домашньому музикуванні, так і на великих сценах. Від часу його винаходу й до кінця XIX століття інструмент зазнав численних удосконалень і конструктивних змін. На ранніх етапах виробники пропонували дуже різні варіанти фортепіано, однак до кінця 1800-х років його дизайн набув рис, характерних для сучасного інструмента.

Сьогодні не часто можна зустріти фортепіано, виготовлене до 1860–1870-х років, за межами музейних колекцій.

Вікторіанські фортепіано



qr-code 3. Вікторіанське фортепіано вертикального типу з великою кількістю декоративного оздоблення. – 3д модель.



Рис. 3. Кабінетний рояль у вікторіанському стилі

У другій половині XIX століття виробництво фортепіано стало масовим, що зробило ці інструменти доступними для широкої публіки. Типові фортепіано цього періоду вирізнялися витонченим дизайном: їх прикрашали художнім різбленням, ліпниною та декоративними шпонами. Сьогодні такі інструменти відомі як «вікторіанські» фортепіано.



Рис. 4. Вікторіанське фортепіано Чезаре Донадоні та Поля, Берлін, із декоративним різьбленням із волоського горіха та горіха

Вікторіанські фортепіано можна поділити на три основні категорії: вертикальні, квадратні (або квадратні роялі) та роялі. У вертикальних інструментів струни та резонансна дека розташовувалися вертикально, тоді як у квадратних вони розміщувалися горизонтально вздовж клавіатури. У конструкції роялів струни теж мали горизонтальне розташування, але під прямим кутом до клавіатури.

Серед вікторіанських інструментів найкращими з музичного погляду вважалися роялі та окремі моделі вертикальних фортепіано. Квадратні фортепіано, хоча й мали масивні декоративні корпуси, поступалися за якістю звучання, оскільки були оснащені невеликими деками та молоточками. Їхній ефектний зовнішній вигляд часто переважав над музичними характеристиками навіть у новому стані.

Масове виробництво вікторіанських фортепіано передбачало застосування механічних деталей, однак багато постачальників припинили роботу ще у 1930-х роках. Серед збережених донині екземплярів найбільш цінні заслуговують на ретельну реставрацію та збереження.

Фортепіано двадцятого століття



qr-code 4. Віденське фортепіано. Розташований в особняку
Калбертсона в Нью-Олбані, штат Індіана. – 3д модель

До початку 1900-х років – «золотого віку фортепіано» – розвиток цього інструмента в його сучасному вигляді був практично завершений. Квадратні фортепіано майже зникли. Конструкції великих і вертикальних фортепіано були спрощені, а надмірні декоративні елементи ліквідовані.

Механічний дизайн значно прогресував, наблизившись до сучасного: високоміцні сталеві струни натягувалися на масивні чавунні рами, використовувалися великі молоточки та розширені резонансні деки. Поширеним рекламним трюком на початку 1900-х років було називати вертикальні фортепіано «правильними роялями» або «кабінетними роялями». Оскільки роялі традиційно асоціювалися з вищою якістю, такі маркетингові назви створювали враження, що ці інструменти мають властивості рояля, хоча насправді вони нічим не відрізнялися від інших вертикальних фортепіано.

У 1930-х роках почалася тенденція до виробництва все менших фортепіано. Великі стійки поступилися місцем компактнішим студійним вертикальним фортепіано, а роялі довжиною менш як 173 см (5'8») ставали все популярнішими. Наприкінці 1940-х років виробники почали масово продавати компактні консолі та спінети для споживачів, які не мали місця для великих інструментів у своїх сучасних невеликих квартирах і будинках.



Рис. 5. Концертний рояль

Висота корпусу та розташування механіки щодо клавіатури визначають тип вертикального фортепіано: це може бути стандартна стійка, студійне фортепіано, консоль або спінет. У повнорозмірних вертикальних фортепіано механіка розташована над клавішами та з'єднується з ними через спеціальні розширення – наклейки. Студійні та консольні фортепіано середнього розміру мають механіку, закріплену безпосередньо на клавіатурі (так званий «прямий удар»). Студійне вертикальне фортепіано (також відоме як «професійний upright») виглядає як зменшена версія повнорозмірної стійки, часто зі скошеною передньою панеллю. З 1950-х років якісні студійні фортепіано активно продавалися школам, церквам і викладачам музики.

Консольні фортепіано трохи менші за студійні, а їх механіка дещо коротша, хоча все ще розташована над клавішами. Більшість консолей мають вишуканіші шафи, орієнтовані на домашній ринок. Спінети – найменші вертикальні фортепіано, у яких механіка розташована частково або повністю нижче клавіш. Через короткі басові струни спінети мають менш виразний звук у низькому регістрі. Крім того, їх механіка працює менш чітко, ніж у консольних або студійних фортепіано, оскільки використовується система спадних наклейок.

Мільйони фортепіано, виготовлених з початку 1900-х років – від найдешевших до найкращих – існують і досі. Якщо інструмент хорошої якості та збережений у пристойному стані, його варто відремонтувати або відновити. Більшість цього дослідження присвячено обслуговуванню сучасних фортепіано, однак також описані особливості ремонту вікторіанських моделей, де вони відрізняються від сучасних.

Кожен такий інструмент має унікальну конструкцію, є рідкісним, а його збереження є настільки важливим, що ремонт має виконувати досвідчений технік, який спеціалізується на історичних інструментах.

Самогральні фортепіано

Самогральні фортепіано були важливою частиною фортепіанної індустрії з моменту їхньої появи в 1890-х роках. Сотні тисяч інструментів, виготовлених між 1910 і 1930 роками, плюс десятки тисяч сучасних пневматичних самограйних фортепіано, вироблених із 1950-х років, існують і сьогодні.



Рис. 7. Самогральне фортепіано

Усі фортепіанні техніки повинні розуміти хоча б основи цих інструментів, щоб налаштовувати та обслуговувати фортепіано, не пошкоджуючи механізмів самогрального механізму.

Перше самогральне фортепіано насправді було піаністом із примітивними, громіздкими механізмами, вбудованими в окрему шафу. Такі фортепіано, або «віджимні» (як їх називають колекціонери сьогодні), були на ринку між 1900 і 1905 роками. За словами Гарві Роеля у його книзі *Player Piano Treasury*, «Причина, чому [віджимні фортепіано] були популярні лише кілька років, доволі проста, попри їхню внутрішню цінність... Це була незграбна штукавина – незручно розташована біля клавіатури (потрібна була велика обережність, щоб не обламати дерев'яні «пальці»), а ще й неприємність, що її доводилося знімати, коли хотіли грати вручну. Найгірше ж було те, що пристрій легко проігнорували та забули, щойно відходили від фортепіано».

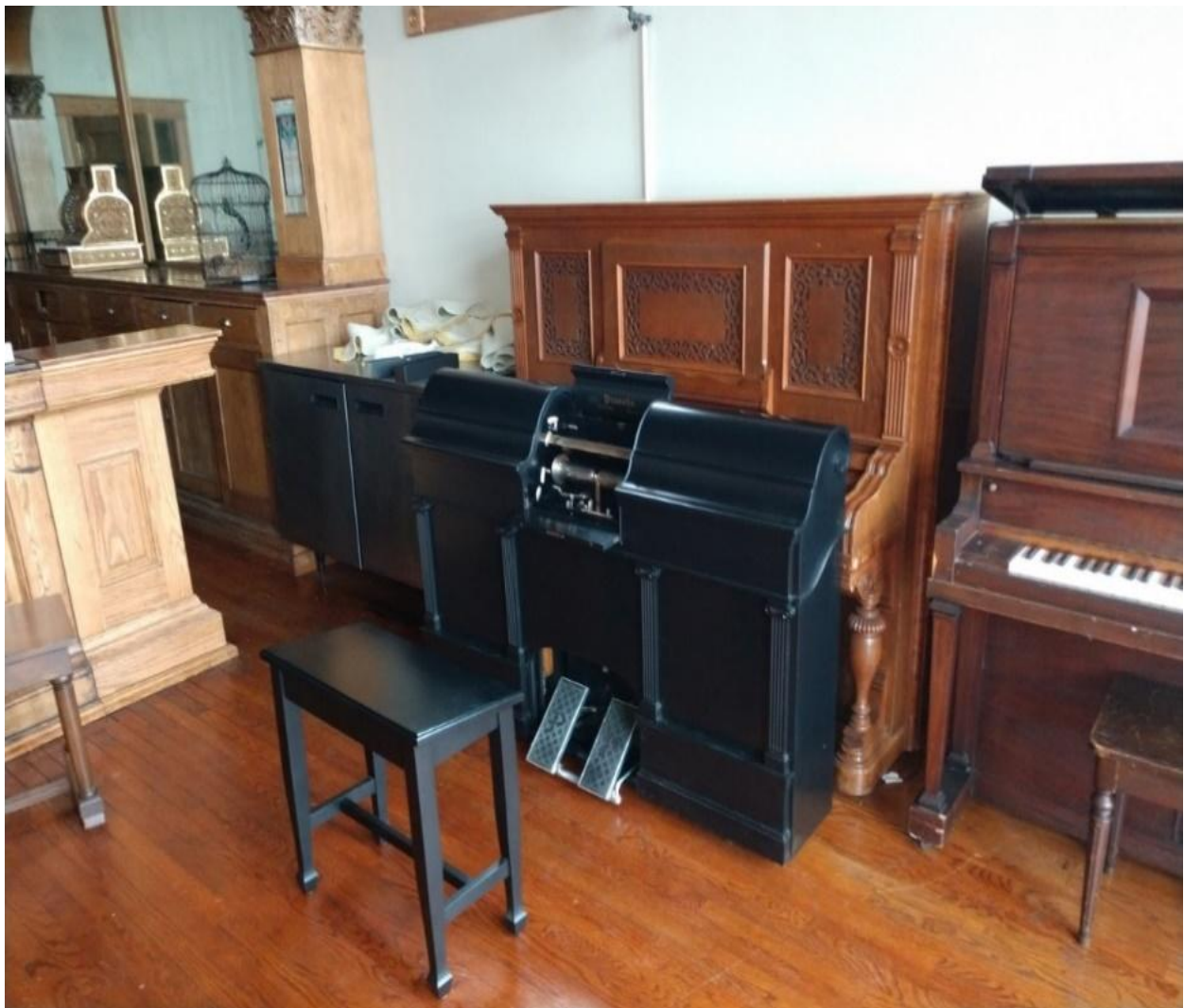


Рис. 8. Механізм самогрального фортепіано

Між 1905 і 1910 роками самогральне фортепіано – з усіма механізмами, вбудованими в шафу, трохи більшу за звичайне вертикальне фортепіано – замінило віджимні моделі. Відтоді й до кінця 1920-х років більшість компаній-виробників фортепіано випускали величезну кількість самогральних фортепіано. Так багато, що сьогодні незвично знайти звичайне, не самогральне фортепіано, виготовлене на початку 1920-х років.

Наприкінці 1920-х років радіо та електричні фонографи замінили самограйні фортепіано як найновіший домашній розважальний пристрій.

Виробництво самогравців припинилося під час Великої депресії та Другої світової війни у 1930-х і 1940-х роках.

Наприкінці 1950-х років інтерес до самогрального фортепіано відродився, і кілька компаній знову почали їхнє виробництво. Багато старих самограйних механізмів перестали працювати, і стало звичним для фортепіанних техніків вилучати їх без особливих причин, крім полегшення обслуговування інструмента. Іронія полягає в тому, що техніки знищили багато високоякісних старих самогравців, тоді як публіка охоче купувала новіші, але нижчої якості моделі у 1960–1970-х роках. На щастя, більшість техніків тепер розуміють, що старі самограйні фортепіано варто зберігати.

До 1914 року кілька компаній розробили відтворювальні фортепіано, які могли грати з реалістичною виразністю завдяки спеціально записаним рулонам та механізмам. Найважливішими брендами у США були Ampico, Duo-Art і Welte-Mignon. Вони встановлювалися у більшості роялів та вертикальних фортепіано аж до початку 1930-х років.

Відтворювальні фортепіано набагато рідкісніші та цінніші за звичайні самограйні моделі. Саме тому відповідальні фортепіанні техніки повинні приділяти час вивченню цих інструментів. Особливо трагічно, коли недосвідчений налаштовувач знімає та викидає механізм із рідкісного відтворювального фортепіано, такого як Steinway Duo-Art або Mason & Hamlin Ampico, не розуміючи його колекційної цінності.

З кінця 1800-х до кінця 1920-х років монетні фортепіано та оркестріони (які містили фортепіано та додаткові інструменти, наприклад ксилофони, органні сопілки та барабани) були популярні у громадських місцях. Сьогодні вони ще рідкісніші та цінніші, ніж відтворювальні фортепіано.

Їхнє відновлення слід довіряти лише тим, хто має достатньо досвіду, щоб працювати з ними, не пошкоджуючи жодної частини.

Електронні фортепіано

З кінця 1950-х років на ринок почали з'являтися механічні та електронні фортепіано, що були зручніші у порівнянні з акустичними моделями завдяки своїй портативності. На таких інструментах можна було грати через динаміки або навушники, що значно підвищувало зручність використання. Деякі з цих інструментів навіть служили довше, ніж традиційні акустичні фортепіано.



Рис. 9. Електронне фортепіано

Серед найвідоміших виробників на американському ринку були Baldwin, Kawai, Rhodes, Wurlitzer і Yamaha. Усі вони мали механічні клавіатури з молоточками та демпферами. Тон вироблявся за допомогою різних методів: у Wurlitzer використовувались налаштовані язички, у Baldwin, Kawai та Yamaha – металеві струни без деки, а у Rhodes – налаштовані металеві пластини.

У всіх цих брендах вібрація реєструвалася за допомогою електромагнітних звукознімачів, а потім посилювалася за допомогою електронних схем. Обслуговування як механічних, так і електронних фортепіано часто в клавішах є ремонт електронних компонентів, що виходить за межі курсу.



Рис. 10. MIDI контролер

Основні принципи роботи, методи налаштування та ремонту клавіатури й механіки акустичних фортепіано можна застосувати також до механічних частин як механічних, так і електронних інструментів. Для отримання точних вказівок з налаштування та ремонту будь-якої моделі цього типу необхідно звернутися до виробника або до техника, який має досвід в обслуговуванні таких інструментів.

У останні роки повністю електронні фортепіано (або «електронні клавіатури»), які не мають механічної частини, стали більш доступними, удосконаленими та широко розповсюдженими. Їхні клавіатури імітують тактильні відчуття акустичного фортепіано, включаючи можливість контролювати рівень гучності під час гри.

Ці інструменти пропонують широкий вибір звуків, зокрема різні тембри фортепіано, клавесина та інших інструментів, які можна налаштувати за допомогою перемикачів або регуляторів. Багато з них підтримують стандарт MIDI (музичний інструментальний цифровий інтерфейс), що дає змогу підключати їх до складних електронних та комп'ютеризованих музичних систем.

Розміри різних видів фортепіано та роялів

- ❖ малий інструмент – 1,2-1,5 м;
- ❖ дитячий варіант - 1,5-1,6 м;
- ❖ середній – 1,6-1,7 м;
- ❖ інструмент для вітальні – 1,7-1,8 м;
- ❖ фортепіано для зали – 1,9 м;
- ❖ фортепіано для залу великого розміру – 2 м;
- ❖ концертний інструмент невеликого розміру – 2 м;
- ❖ концертний рояль – 2,7м.

Додаткова та використана література

1. Історія створення музичних інструментів (бандура, баян, скрипка, фортепіано). Науково-методичні матеріали для студентів спеціальності 7.02.02.07 «Музична педагогіка і виховання» та 7.01.01.03 «Педагогіка і методика середньої освіти. Музика» / Н. Є. Турко, В. І. Буцяк. – Рівне: РДГУ, 2005. – 40 с

2. Хащеватська С. С. Інструментознавство. Підручник для вищих навчальних закладів культури і мистецтв III–IV рівнів акредитації – Вінниця, НОВА КНИГА, 2008. – 256 с., іл. ISBN 978-966-382-176-4

Лекція 2. Футор – дерев'яна опора. Дерев'яний корпус



qr-code 6. 3д модель роялю. Можна наглядно бачити розташування шпреців.



qr-code 7. 3д модель роялю. Можна наглядно бачити розташування шпреців.

Футор є основою інструмента, виконаною з дерева, і складається з балок та шпреців футора (масивних розпірок), а також постелі деки (краю футора, на який кріпиться дека). Він виконує функцію підтримки та закріплення деки й чавунної рами. Зазвичай футор виготовляється з сосни, а постіль деки – з бука або граба. Основне навантаження припадає на розпірки футора – шпреці.

Окрім інших важливих елементів, що знаходяться в корпусі фортепіано, до футора приклеюється так звана колкова дошка (вірбельбанк), яка має просвердлені отвори, в які вставлені налаштувальні кілки (вірбелі). Обертання цих кілків дозволяє здійснювати налаштування інструмента. Сучасний вірбельбанк виготовляється з мінімум трьох або п'яти шарів твердого дерева.

Оскільки фортепіано є також елементом інтер'єру, його зовнішнє оздоблення часто в клавішах є дизайнерські рішення та художні елементи. Цей підхід був притаманний інструментам завжди, хоча з середини XIX століття та особливо в XX столітті їх дизайн став більш строгим та скромним. Наразі деякі компанії пропонують виготовлення корпусу за індивідуальними ескізами замовника.

Основу (скелет) фортепіано можна побачити ззаду (знизу у рояля). Футор допомагає витримувати значні навантаження, які виникають через натягнуті сталеві струни, а також зміцнює корпус. До верхньої, більш широкої поперечної рами футора приклеюється вірбельбанк. Це товста багатошарова

дошка з міцного, в'язкого дерева (наприклад, бука або клена), в яку вбиті сталеві кілки для натягування струн. Бічні та передні стінки корпусу фортепіано зазвичай виготовляються з тонких дощечок, покритих шпонкою.

Рояль має більш складну конструкцію, де футор є ще більш спеціалізованим. Вони часто виготовляються з міцніших порід дерева, таких як дуб або бук, оскільки рояль має значно більшу вагу та навантаження. Основні частини футору рояля:

Цілісний футор

Цей тип футору є найбільш традиційним і використовується в класичних роялях. Він виготовляється з одного цілісного блоку дерева, що забезпечує високу стабільність конструкції. Такий футор зазвичай виготовляється з твердих порід деревини, наприклад, дуба або бука, через їх високу міцність і здатність витримувати великі навантаження, пов'язані з вагою інструмента.

Переваги:

- Висока міцність і стабільність.
- Краща передача вібрацій і звукових хвиль, оскільки деревина є гарним матеріалом для акустики.
- Простота виготовлення (для деяких моделей роялів).

Недоліки:

- Висока вартість через потребу використовувати великі шматки якісної деревини.
- Такий футор може бути важчим, що збільшує загальну вагу інструмента.

Секційний футор

Секційний футор складається з кількох частин, які збираються разом. Це може бути зручніше в деяких випадках, адже такі футори можуть бути виготовлені з різних матеріалів або з різними шарами, що покращує звукові характеристики та міцність конструкції. У секційному футорі можуть бути використані:

- Різні породи деревини для кожної секції.
- Комбіновані матеріали (деревина і метал), що підвищує жорсткість конструкції та акустичні властивості

Переваги:

- Можливість використання матеріалів з різними властивостями.
- Може бути легшим, якщо використовуються тонші матеріали.
- Зручність транспортування та монтажу.

Недоліки:

- Може бути складнішим в обробці та виготовленні.
- Менша довговічність через можливі з'єднання між секціями, що з часом можуть ослабнути.

Подвійний футор

Цей тип футору застосовувався в старовинних моделях роялів. Він складається з двох шарів деревини, що забезпечує додаткову міцність і стійкість конструкції. Зазвичай у такому футорі один шар використовувався для внутрішньої частини, а інший – для зовнішньої. Цей метод надавав корпусу інструмента більшої стабільності, особливо у роялях з великим діапазоном або більш важкими конструкціям

Переваги:

- Підвищена міцність та стійкість до деформацій.
- Краща передача звукових хвиль через використання кількох шарів деревини з різними властивостями.

Недоліки:

- Вища вартість через складність виготовлення.
- Збільшена вага інструмента через наявність двох шарів

Футор з комбінованими матеріалами

У сучасних моделях роялів можуть використовуватися футори, що поєднують деревину з іншими матеріалами, такими як композити або метал. Це дозволяє досягти певних акустичних ефектів, підвищити міцність конструкції та зменшити вагу інструмента. Комбіновані матеріали можуть включати:

- Деревину для зовнішнього вигляду й акустичних властивостей.
- Металеві вставки для додаткової міцності та стабільності.
- Сучасні композитні матеріали, які легші та мають високу міцність.

Переваги:

- Зниження ваги інструмента.
- Покращена довговічність та стійкість до змін вологості та температури.
- Можливість отримати кращі акустичні характеристики за допомогою комбінованих матеріалів.

Недоліки:

- Вищі витрати на виготовлення таких футорів.
- Можливі складнощі при ремонті або відновленні інструмента, якщо комбіновані матеріали пошкоджені.

У роялі є внутрішня обв'язка і довша зовнішня, які, будучи склеєні навколо основи, формують головну частину корпусу. Внутрішня обв'язка, видима знизу, з'єднана з резонансною декою та вірбельбанком, що проходить по її довгій стороні. Зовнішня обв'язка розширена на кілька дюймів вгору і разом з кришкою утворює огорожу для основи та струн.



Рис. 11. Футор та шпребці роялю

Футор в роялі виготовляється із суміші твердих та пружних сортів деревини. Він слугує опорою для деки та підтримує чавунну раму, щільно прилягаючи до корпусу.

Основна проблема, пов'язана з футором, – це його розсихання і, згодом, шпребці, що відклеїлися, які більше не можуть служити опорою і витримувати навантаження струн. Такий дефект може спричинити деформацію корпусу та чавунної рами.

Безфуторні інструмент

Безфуторні фортепіано – це тип інструментів, в яких відсутня одна з ключових конструктивних частин звичайного піаніно – футор або «скелет». У традиційному фортепіано футор є системою механізмів, яка поєднана з механікою, декою, шпрецями та рамою, що будучи в купі дає акустичне звучання.

У безфуторних моделях, цифрових або електронних фортепіано, звук формується завдяки електронним компонентам або програмному забезпеченню, а не через механічні молоточкові системи та струни.

Корпус фортепіано



qr-code 8. онлайн дошка з усіма схемами будови фортепіано та роялю та назвами основних їх частин.

Корпус фортепіано, на відміну від корпусів інших музичних інструментів (як-от язичкових, смичкових, щипкових та духових), не є головною несучою частиною конструкції. Він виконує роль захисту для всіх механічних компонентів інструмента, оберігаючи їх від можливих пошкоджень. Як футляр, корпус також запобігає накопиченню пилу в середині інструмента та частково захищає внутрішні елементи від впливу змін температури і вологості. Додатково, корпус служить основою для молоточкової механіки та надає пфортепіано або роялю завершений естетичний вигляд.

Зовнішнє оформлення корпусів фортепіано різне за формою й стилем, але їх основні частини, призначення й розташування однакові. На рис. 13 зображений вертикальний розріз корпусу фортепіанної конструкції, що найчастіше зустрічається під час ремонту.

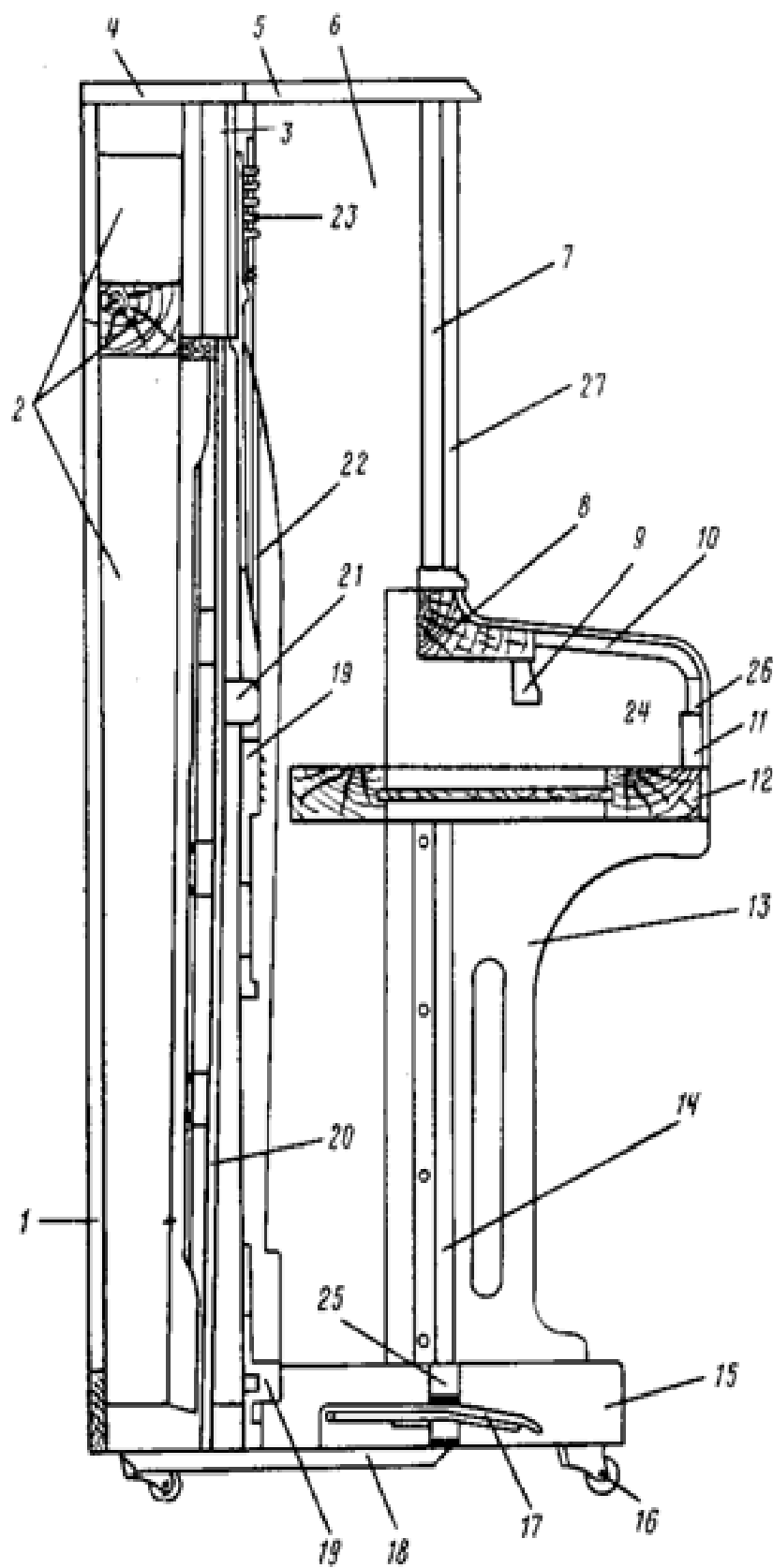


Рис. 12 Схема розрізу вертикального фортепіано

У корпусі фортепіано бокові стінки являють собою дерев'яні фанеровані щити, з'єднані з футором на клеї; з бокових сторін ці стінки закривають футор 2, деку 20, струни 22 і механізм. До стінок за допомогою клею й шурупів прикріплені бачки 24, штульрама 12, ніжки 15, цокольна підлога 18 та інші. Верхня відкидна кришка 5 захищає ті самі вузли зверху, являючи собою дерев'яний щит, що повертається на стрічковій петлі.

Для захисту внутрішніх вузлів інструмента спереду слугують верхня рамка 7, карниз 8, клап 10, цирлейстик 9, замковий брусок 11 і нижня рамка 14. Ці деталі, за винятком замкового бруска – мають можливість бути знятими. У старих конструкціях задня сторона (спинка) закривається легкою рамкою, обклеєною неплотною тканиною. Знизу інструмент прикривається цоковою підлогою 18 і цоковим брусом 25. Ніжки 15 служать для створення стійкого вертикального положення інструменту й кріплення роликів 16, а бачки 24 і штульрама 12 – для установки й підтримки механізму з клавіатурою, карниза й клапа.

Окрім цих основних деталей, часто використовуються різні бруски, калевки, накладні точені та різблені прикраси, що служать для художнього оформлення корпусу.

Деталі корпусу поділяються на щитові й брускові: до щитових відносяться стінки 6, верхні полукришки 4 і 5, верхня та нижня рамки 7 і 14, клап 10, консолі 13, бачки 24 і цокольна підлога 18. До брускових деталей відносяться: замковий брусок 11, гачок клапа 26, цоковий брусок 25, ніжки 15, пилястри 27, накладні точені та різблені деталі, пюпітр, а також калевки різної форми.

Щитові елементи виготовляються зі склеєних вузьких брусків з хвойних або м'яколистих дерев, які фанеруються та обклеюються з обох боків – лущеним або клеєвим шпоном. Внутрішня поверхня зазвичай покривається лущеною чи клеєною фанерою, а зовнішня – ножовою фанерою з текстурою (наприклад, горіх, червоне дерево, клен, чинара). Фанера з красивим малюнком використовується для облицювання під прозору обробку, а без текстури – для чорної обробки.

Нині для виготовлення щитових елементів часто застосовуються деревно-стружкові плити з обов'язковим облицюванням обох сторін двошаровою лущеною фанерою, а потім клеєною фанерою. Ці плити використовуються для виготовлення верхніх та нижніх рамок інструментів.

Щитові деталі схильні до короблення більше, ніж брускові, що може призводити до утворення зазорів між стінками та знімними частинами, погіршуючи естетичний вигляд. Для запобігання цьому, основа таких елементів склеюється з вузьких брусків з чергуванням напрямків шарів деревини, або застосовуються щити з кількох тонких шарів деревини. Однак основний метод попередження деформацій полягає в строгому дотриманні технології виготовлення.

Деякі західні виробники почали використовувати пластичні маси для обробки корпусу. Наприклад, клапи виготовляють з прозорого або пофарбованого органічного скла, а верхні і нижні рамки часто покривають полімервініловою плівкою. Однак основним матеріалом для корпусу залишаються різні породи деревини та її похідні види (фанера, шпон тощо).

Бачки та штульрама виконують важливу роль у конструкції піаніно, оскільки на них кріпиться механізм, клавіатура та інші деталі. Кріплення бачків до стінок повинно бути міцним, щоб уникнути зміщення механізму і його виходу з ладу. Штульрама повинна бути стійкою і міцною, оскільки її деформація можуть призвести до виходу механізму з ладу.

Конструкція штульрами включає поздовжні та поперечні бруски, між якими встановлюються фільонки з деревини або фанери. Для досягнення належної міцності штульрама має бути виготовлена з високоякісних матеріалів і надійно зафіксована до решти частин.

Верхня і нижня рамки піаніно встановлюються з використанням дерев'яних фіксаторів і обмежувачів, що визначають правильне розташування карниза. Кріплення інших елементів корпусу, таких як пилястри, різьблені деталі та декоративні частини, здійснюється за допомогою шурупів. Ролики для переміщення інструменту можуть бути виготовлені з різних матеріалів, зазвичай це литий чавун, сталь або латунь. Найкращими вважаються ролики з твердого каучуку, які забезпечують легкий рух і не залишають вм'ятин на підлозі.

Завершальна обробка корпусу включає полірування в чорний колір або збереження натуральної текстури деревини, а також можливе використання поліефірних лаків для досягнення дзеркального блиску.

Корпус рояля

Призначення та функції корпусу рояля такі ж, як і корпусу фортепіано, але через горизонтальне розташування струнного обладнання, опорних частин, механізму та крилоподібну форму в плані корпусу рояль конструктивно відрізняється від корпусу фортепіано.

Деталі корпусу рояля також поділяються на щитові та брускові. Усі ці деталі призначені для захисту механізму, струнного обладнання та деки. До щитових деталей належать: передня 6 і задня 8 (крилоподібні) кришки, стінки 3 і клап 2 (не завжди). До брускових – форбаум 4, замковий брусок 5, фускльоц 10, полик задньої ніжки 29, полиця середника 14, фасонний брусок 15, колонки 20 ліри, клавіатурний брусок 26.

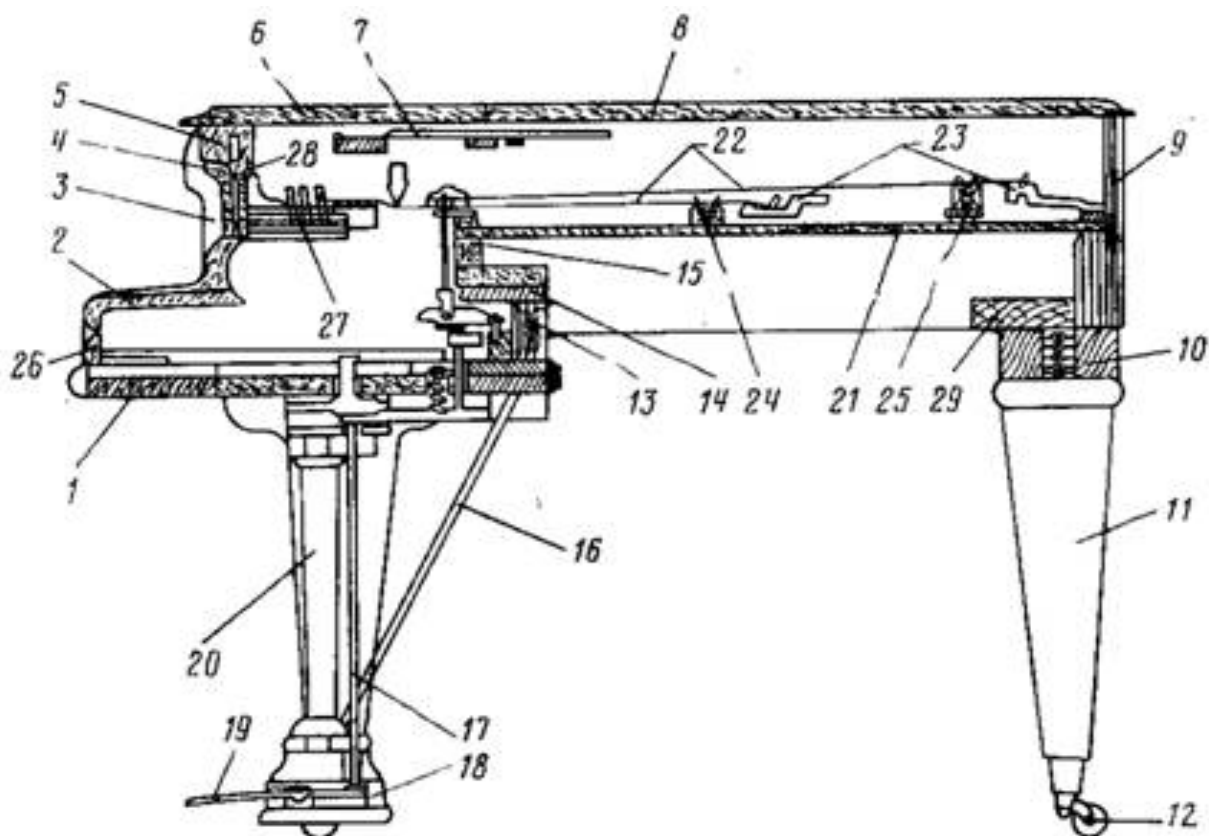


Рис. 13. Схема розрізу роялю

Стінки корпусу поділяються на складені (склеєні з окремих частин) і гнуті. Зовнішні контури складених корпусів із шиповими з'єднаннями окремих частин характеризуються кутовою формою, тоді як гнуті корпуси простіші у виготовленні, міцніші за меншої маси, мають гарні обтічні форми та зручні для масового виробництва.

Для збирання гнутого та складеного корпусів основою слугує футор, до якого приклеюють вигнуті за формою стінки корпусу, виготовлені зі склеєних разом листів фанери (6–8 шарів) або щитів із масиву деревини, прорізаних у місцях вигину. Передні кінці стінок обрізають за профілем, що відповідає контурам клавіатури, і на них наклеюють покриття, що закривають торці стінок і футора. Передня крайка вібельбанка та чавунної рами закривається спільним бруском фасонного профілю, який називається форбаумом. Він монтується своїми кінцями на стінках корпусу, а в його середині вирізається наскрізний прямокутний отвір, у який встановлюють пластину ригельного замка 28.

Між останніми клавішами в басовій та дискантовій частинах і стінками розміщуються спеціальні бруски, звані бакенкльоцами. Вони мають глибокі поздовжні гнізда для переміщення сталевих стрижнів, що

закріплені на бічних брусках рамки клавіатури. Бакенкльоци встановлюються в чітко визначені місця за допомогою фіксаторів і закріплюються до штульмами за допомогою великих шурупів, що проходять крізь отвори з нижньої частини. Правильне розташування бакенкльоців має вирішальне значення для точності установки молоточкового механізму та клавіатури, а також для точності лінії удару молоточків по струнах під час гри.

Клавіатурний брусок на штульмі також фіксується дерев'яними або сталевими фіксаторами. Його встановлюють до того, як закріплюють бакенкльоци, притискаючи кінці цього бруска до штульми.

Для прикріплення ніжок до штульми донизу закріплюється передній загальний фускльоц, виготовлений з березової деревини. У ньому робляться отвори з різьбленням, куди вкручуються передні ніжки. Для закріплення задньої ніжки в роялях прикріплюється масивний щит, що спирається на обв'язку та шпрейци футора. На цей щит пригвинчується фускльоц з різьбовим отвором для вкручування ніжки. Торці фускльоців закриваються декоративними фігурними брусками – шниркулями, що кріпляться до штульми.

Ніжки рояля можуть бути точеними або гранованими (звичайно чотиригранними). У точених ніжках для кріплення використовується дерев'яний гвинт, чий нижній кінець квадратного перерізу вбудований в тіло ніжки. У гранованих ніжках застосовуються сталеві замки для закріплення, які прикручуються до корпусу шурупами. Нижні кінці ніжок часто оснащені роликами для зручності переміщення інструменту.

Клавіатура закривається клапом із фасонним профілем. Клап виготовляють з м'яколистяної деревини та фанерують з обох боків. Зручніше використовувати складений клап, який підвішується на петлях і при відкритому положенні притискається до нижньої частини, не заважаючи гравцеві. Нижня крайка клапа виконує роль цирлейтика, тому оклеюється сукном. Клап підвішений на латунних п'ятниках, прикріплених до корпусу.

Корпус інструмента закривається кришкою, що складається з двох частин: хвостової та передньої. Ці частини з'єднуються латунною стрічковою петлею. Хвостова частина кришки навішується на петлях до лівої бічної стінки корпусу. До переднього краю кришки прикріплюється замковий брусок, що встановлюється за допомогою штрибок – спеціальних гвинтів, що дозволяють зняти та знову закріпити брусок. У цьому бруску вбудовується ригельний замок для закриття корпусу.

Нотний пюпітр рояля є знімною частиною і складається з рухомої каретки та самого пюпітра, що прикріплений петлями до каретки. Пюпітр

дозволяє встановити ноти під зручним для виконавця кутом. Каретку можна переміщувати вперед і назад, регулюючи відстань відповідно до зору піаніста. Для цього на стінках корпусу закріплюються напрямні планки (ходи́ки), які забезпечують легке переміщення пюпітра по напрямним шпунтам на каретці.

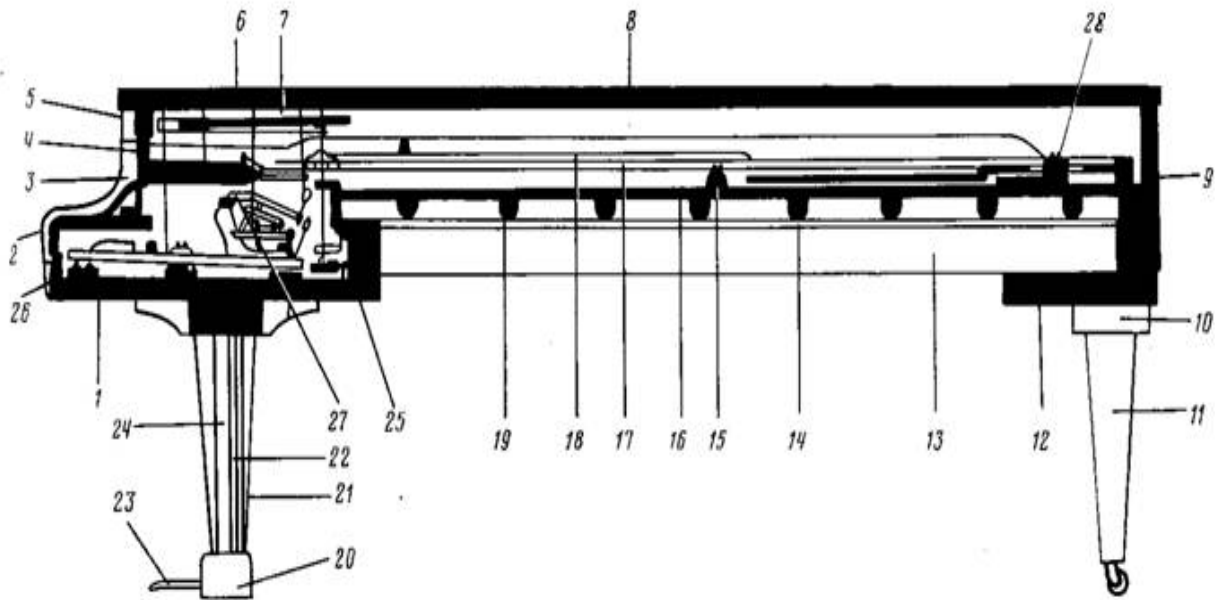


Рис. 14. Схема розрізу концертного роялю

Зовнішнє оформлення деталей корпусу рояля та їхні форми можуть бути найрізноманітнішими, а лицьова обробка – дзеркально-чорне полірування або полірування з урахуванням текстури цінних порід деревини.

Додаткова та використана література

1. Carl-Johan Fors Piano and Grand Piano Repair Yrkesopplaering ans Publishing House, Oslo, Norway 1998
2. Reblitz, Arthur (1993), Piano Servicing, Tuning, and Rebuilding (вид. 2nd), Vestal Press

Лекція 3. Чавунна рама – металева опора.

Чавунна рама фортепіано – це важливий елемент конструкції інструмента, що призначений для витримування величезного тиску, яке виникає від натягу струн. Вона має складну дворівневу будову, відливається з чавуну традиційним або вакуумним методом. Чавун, хоча і крихкий, дуже міцний на стиск, що робить його ідеальним для застосування в рамах фортепіано, де важливі не тільки міцність, а й здатність витримувати великі механічні навантаження без деформацій.

Сучасні фортепіано зазвичай мають одноблочні чавунні рами, що забезпечують рівномірне і стійке розподілення напруги від струн по всій конструкції. Це дозволяє інструменту витримувати дуже великі сили, що діють на струнну систему. Наприклад, у концертному роялі тиск кожної з 230 струн може досягати 160 фунтів (72,7 кг), а загальна тяга може становити до 30 тонн (27 180 кг), що вимагає від рами великих механічних характеристик.

У старіших моделях фортепіано, виготовлених до застосування великих чавунних плит, використовували конструкції з окремих сталевих стрижнів і плит, скріплених болтами. Такі рами менш міцні, але все одно достатні для підтримки натягу струн, характерних для старих інструментів, що мали меншу кількість струн та менші вимоги до міцності.

Сьогодні чавунні рами стали стандартом у виготовленні високоякісних фортепіано, зокрема завдяки їх здатності до витримування значних механічних навантажень, забезпечують стабільність налаштування інструмента і його довговічність.



Рис. 15. Чавунна рама роялю

У конструкції кожного фортепіано плита повинна витримувати величезне навантаження від натягу струн, зберігаючи їх під високим тиском, при цьому не поглинаючи звукові вібрації, що виникають під час гри. Вона має підтримувати струни і резонаторну дошку таким чином, щоб вони могли вільно вібрувати, не знижуючи якість звуку. Плита контактує з резонаторною дошкою тільки в тих точках, де вона фіксується за допомогою болтів, що кріплять її до внутрішнього обода; в інших частинах плита залишається відокремленою від дошки. У більшості сучасних роялів, система штифтів або великих болтів по периметру плити дозволяє підіймати її над резонаторною дошкою, даючи змогу коригувати тиск на струни; додаткові болти фіксують плиту на місці. У роялях марки Baldwin застосовується система підвіски, що складається з різьблених отворів у плиті, через які проходять великі болти, що підвішують плиту до внутрішнього обода. У вертикальних фортепіано плита спочиває на поверхні пінблоку та обрамленні резонаторної дошки. Деякі моделі використовують дерев'яні прокладки між плитою та дошкою, а в інших на задній частині плити є невеликі литі виступи, що зменшують площу контакту між чавуном і дошкою. У старих вікторіанських роялях прокладки могли підтримувати плиту по всьому периметру, що інколи призводило до пригнічення звучання інструмента.

Більшість фортепіано та роялів, також мають один або кілька болтів і гайок. Вони підтримують середину плити, де вона могла б вигнутися або зламатися, якби не була підкріплена. Технік, який встановлює плиту в інструмент, регулює висоту кожного болта, щоб плита не прогиналася, коли гайка затягнута. Деякі роялі також мають додатковий болт, прикріплений до порожнистого чавунного литва, яке називають дзвінком або підтримкою обода плити під високими частинами резонаторної дошки. Кріплячись до обода та простягаючись всередину, дзвінок підтримує плиту в області, де немає іншої підтримки для болта. Метою болтів є підтримка плити, а не надання налаштовувачу способу вигинати плиту вниз для збільшення тиску на мости.

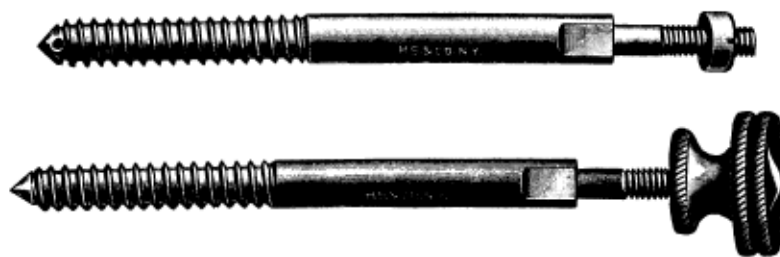


Рис. 16. Направні штифти чавунна рами з двома типами гайок

Плита фортепіано містить різні напрямні штифти та інші опори, що утримують струни на своєму місці. У вертикальних моделях зазвичай є V-подібна або опорна планка, що є частиною литої конструкції. Ця планка завершує робочу довжину високих струн у верхній частині інструмента. Якісне звучання потребує твердого контакту між струною та планкою в точці завершення її робочої довжини. Опорна планка ефективно утримує струни на своїй поверхні, забезпечуючи запобігання їхній вібрації або виникненню зайвих звуків, а також заважає зсуву струн у бік. Напружений сталевий дріт іноді може призводити до деформації чавунної V-подібної планки. Щоб уникнути цієї проблеми, у деяких моделях використовується нікельовані сталеві прутки, які закріплюються в канавці планки, і називаються опорними дротами, утворюючи точку завершення для струн.

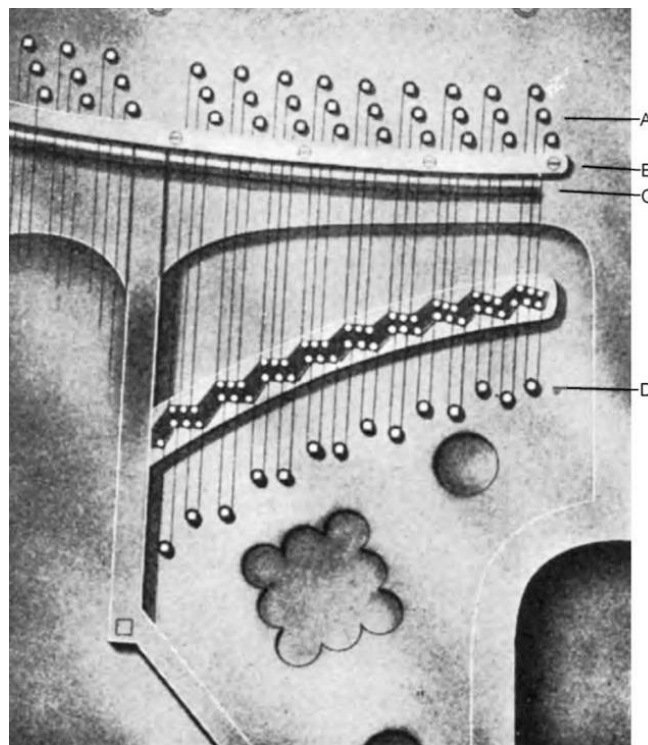


Рис. 17. Деталі рами фортепіано: А – вірбелі, В – прижимна планка, С – V-подібна планка, D – натяжні штифти

Верхні (тенорові та дискантові) струни проходять через верхній міст, після чого обвиваються навколо спеціальних вірбелів, що щільно вставляються в отвори в плиті та вірбельбанку під певним кутом, що допомагає утримувати струни на місці. У багатьох старих моделях фортепіано смужка фетру покриває плиту поруч із гачками, де струни стикаються з плитою, для зменшення шуму. Однак, оскільки фетр вбирає вологу, що може призводити до корозії, сучасні інструменти часто не використовують цей

матеріал. У роялях Baldwin, виготовлених після 1960-х років, застосовуються сталеві трубчасті гачки з прорізами, які встановлюються під кутом 90 градусів до струн. Система вірбелів "Acu-Just" дозволяє регулювати висоту кожної струни окремо для досягнення оптимального тиску на мости.

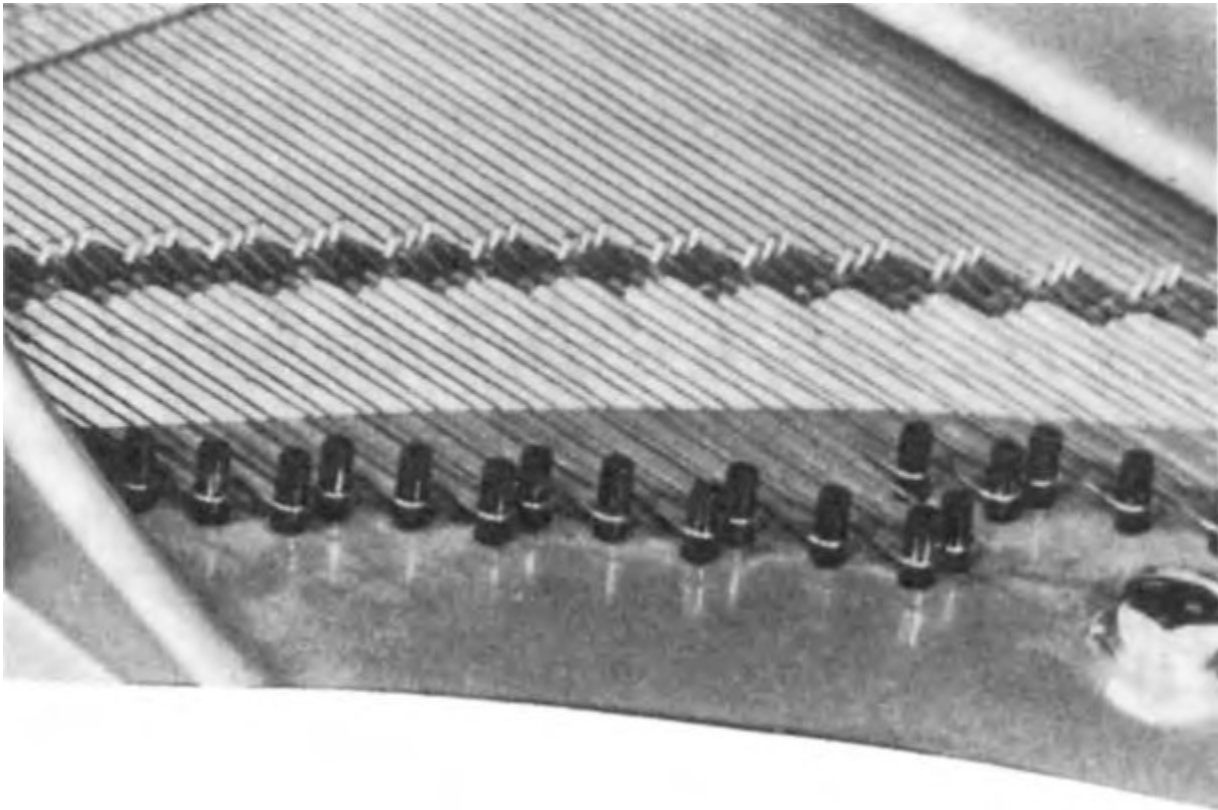


Рис. 18. Вірбелі системи «Acu-just»

У більшості вертикальних фортепіано плита має верхній міст або гайку для басових струн, які підтримують їхні верхні кінці, що дає можливість для налаштування. Цей верхній міст є частиною литої плити і має спеціальні штифти, що завершують робочу довжину струн і правильно їх розташовують. У фортепіано з частковою плитою верхній міст може бути виготовлений із дерева чи металу і прикріплений до лицьової частини пінблоку. Цей міст забезпечує достатній простір для басових струн і дозволяє зберігати необхідний тиск на верхній міст без потреби в додатковій опорній планці.

У багатьох моделях фортепіано кожна басова струна закріплюється окремо за допомогою гачка, до якого прив'язується петля на кінці дроту. В інших моделях вертикальних фортепіано використовуються спеціальні аграфи, що вкручуються в різьблені отвори в плиті та забезпечують надійну фіксацію кожної струни. Аграфи заміняють опорну планку, надаючи більш стабільну точку завершення для робочої довжини струн, що сприяє кращій якості тону і точності налаштування.

У роялі молоточки ніби намагаються підняти струни вгору, тому точка завершення повинна надійно утримувати їх на місці. Роялі високої якості мають аграфи для цієї мети по всьому строю з капо-баром у найвищій частині, де немає достатньо місця для аграфів. Капо-бар утримує струни зверху, як велика опорна планка. Менш дорогі роялі мають капо-бар по всьому інструменту без аграфів.



Рис. 19. Аграфи на 1,2 та 3 хори

Деякі поради по ремонту

Зламаний аграф. Якщо аграф зламався по отворах для струн, викрутіть його знімачем аграфів, який встановлюється в комбіновану ручку інструмента, доступну в постачальників фортепіанних запчастин. Якщо він зламався на різьбі, зробіть кернування залишку та просвердліть отвір діаметром $7/64$ " (2,78 мм) у його центрі. Видаліть залишок за допомогою екстрактора зворотного різьблення #2 "EZ Out", встановленого в невелику ручку мітчика. За потреби оновіть різьбу в рамі відповідним мітчиком – поширені розміри $7/32$ " x 36 або $1/4$ " x 36. Після цього вкрутіть новий аграф.

Зламаний анкерний штифт. В окремих випадках анкерний штифт може вирватися з рами або зламатися. Якщо залишився уламок і отвір проходить наскрізь, вибийте уламок з тильного боку. Якщо отвір не наскрізний, виконайте кернування залишку та обережно просвердліть його, не розширюючи отвору. Отримайте новий штифт у постачальника фортепіанних запчастин або виготовте його з відповідного за розміром сталевго стрижня. При необхідності трохи сплюсніть одну сторону молотком для

щільної посадки в отвір, а потім забийте його туди за допомогою пробійника та молотка. Встановіть струну назад.

Додаткова та використана література

1. Reblitz, Arthur (1993), Piano Servicing, Tuning, and Rebuilding (вид. 2nd), Vestal Press
2. Regulation and Repair Piano and Player Mechanism together with Tuning as Science and Art Edward Lyman Bill, Publisher Madison Avenue, New York 1909

Лекція 4. Вірбельбанк.

Пінблок (або Вірбельбанк) – це складна багатошарова плита, виготовлена з твердих порід деревини, в якій кожен шар має волокна, розташовані під різними кутами для забезпечення надійної підтримки вірбелів без ризику розтріскування. Вірбелі зазвичай вбиваються в пінблок на глибину близько 32 мм (1 ¼ дюйма), причому блок має утримувати їх досить щільно, щоб вони не проверталися під тиском струн, але одночасно не настільки туго, щоб налаштувальник міг без труднощів їх обертати.

Старі вертикальні фортепіано зазвичай мали три шари твердого клену, кожен товщиною близько 6,4 мм (¼ дюйма). У сучасних роялях та вертикальних фортепіано використовується пінблок з п'яти та більше шарів, де кожен шар має товщину від 4,8 до 6,4 мм (3/16 – ¼ дюйма). Деякі виробники, зокрема компанія Baldwin, застосовують для виготовлення пінблоків матеріал під назвою Falconwood, що складається з великої кількості дуже тонких шарів для покращення стійкості та міцності.

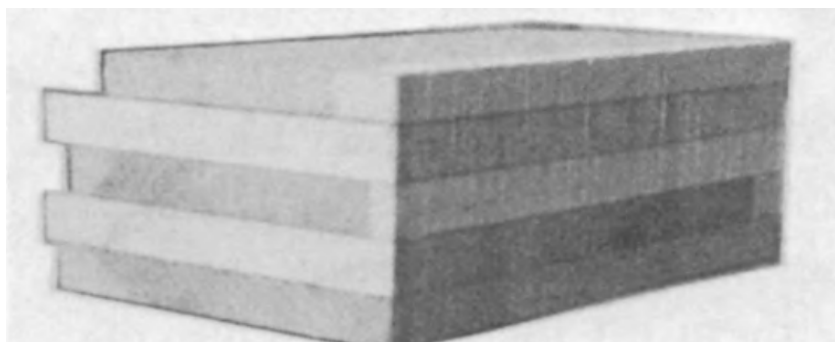


Рис. 20. Поперечний розріз пінблоку *Baldwin*, що демонструє численні тонкі шари клену та спосіб встановлення кілків налаштування в блок. На практиці отвори завжди глибші за нижні кінці кілків

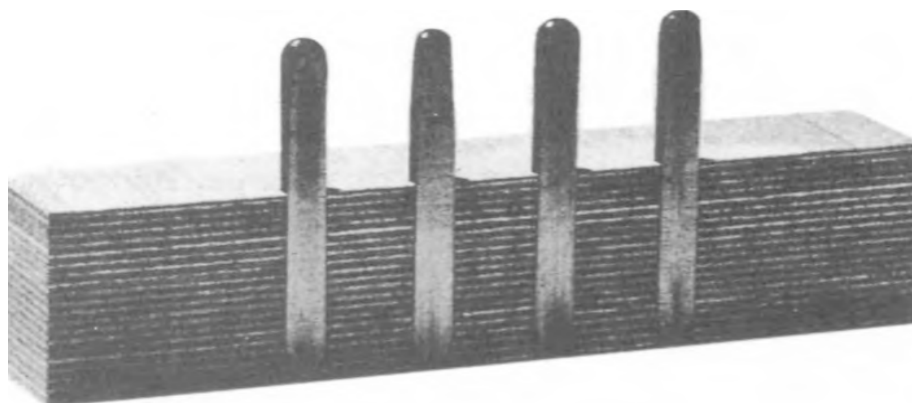


Рис. 21. Невеликий фрагмент заготовки стандартного пінблоку рояля, що демонструє перехресне ламінування твердого клену

У всіх вертикальних фортепіано вірбельбанк кріпиться до передньої частини футора. Нижній край пінблоку виступає за передній край верхньої частини резонансної деки, що видно в найвищому регістрі інструмента. Цей виступ з'єднується з фланцем, відлитим на задній частині металевої рами. Великі гвинти фіксують металеву раму до пінблоку та задньої рами, утворюючи стійку конструкцію, в якій пінблок підтримується зонами кілків, фланцем та задньою рамою, але не контактує з резонансною декою. Що щільніше з'єднані деталі, то краще інструмент зберігає стабільність налаштування. Така структура дозволяє рівномірно розподіляти тиск струн по всьому пінблоку і передавати його на раму, що гарантує стабільність налаштування та загальну цілісність конструкції. Коли бокові стінки корпусу приклеєні до задньої частини, а клавіатурна рама та нижня панель встановлені, це додатково зміцнює конструкцію, запобігаючи її можливим деформаціям.

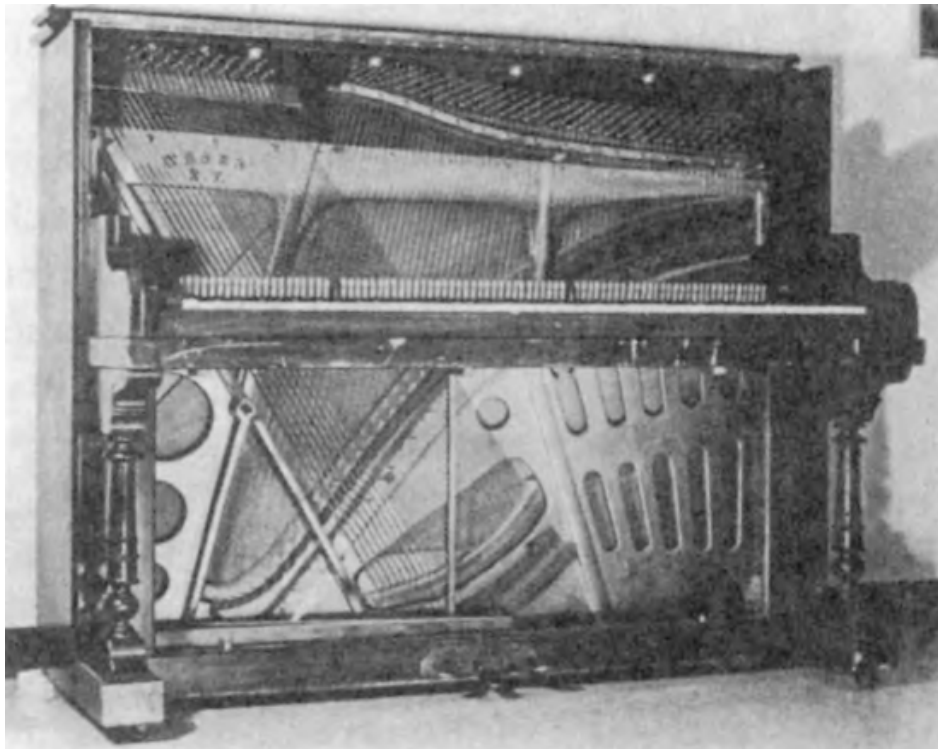


Рис. 22. Чудове вікторіанське вертикальне фортепіано *Weber* з демонтованим механізмом, що демонструє тримаршову раму. Пінблок у цьому інструменті зберігся краще, ніж зазвичай.

У багатьох старих вертикальних фортепіано, зокрема в епоху вікторіанства, рама закінчується на рівні нижнього краю пінблоку. Такі інструменти техніки зазвичай називають половинною рамою або тримаршовою рамою. Хоча верхня частина рами утримує натяг струн, сам пінблок

фіксується до задньої рами за допомогою гвинтів і клею. Деякі виробники додавали додаткову металеву пластину, розташовану над пінблоком, для запобігання його відшаруванню. В кінці 1890-х років деякі майстри вважали, що фортепіано з тримаршовою рамою має кращу звукову якість, можливо, через менше поглинання вібрацій металом. Однак більша міцність повної рами виявилася важливішою, навіть попри невеликі зміни у якості звуку. З часом повна рама стала стандартом у виробництві. Подальші вдосконалення конструкції, такі як збільшення натягу струн і оптимізовані розрахунки шкали, значно покращили звучання інструментів.

У роялях рама закінчується перед переднім краєм резонансної деки, залишаючи значний простір для механізму. Оскільки рояльна рама не має такої жорсткої підтримки ззаду пінблоку, як у вертикальному фортепіано, ця частина рами є набагато масивнішою, а фланець, що підтримує пінблок, значно більший.

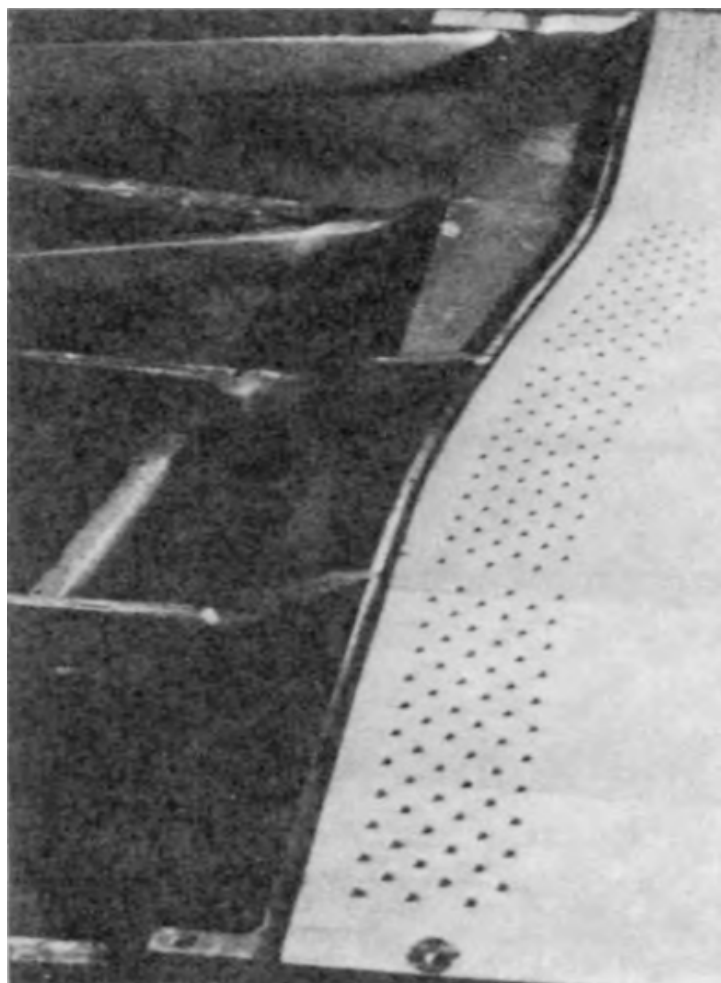


Рис. 23. Рама з прикріпленим пінблоком, знята з малого рояля та показана знизу.



qr-code 9. 3д модель роялю на якій можна бачити раму і пінблок (вірбельбанк) з пінами (вірбелями)

У роялях високої якості задній край пінблоку щільно прилягає до фланця, що гарантує стабільність налаштування інструменту. Якщо пінблок не підігнаний належним чином, це може призвести до поганої стійкості стрію, а в найгіршому випадку, коли пінблок торкається фланця лише в одній точці, він може почати хитатися під час налаштування, ускладнюючи точне налаштування. У більшості роялів для фіксації пінблоку використовуються довгі гвинти, що з'єднують його кінці з внутрішньою частиною та кілька меншими гвинтами, що міцно закріплюють пінблок на рамі. В деяких моделях пінблок кріпиться до рами, без додаткового з'єднання. У таких інструментах раму, пінблок та струни можна демонтувати як одну частину, відкрутивши периферійні гвинти, ослабивши струни і знявши їх із підставки.

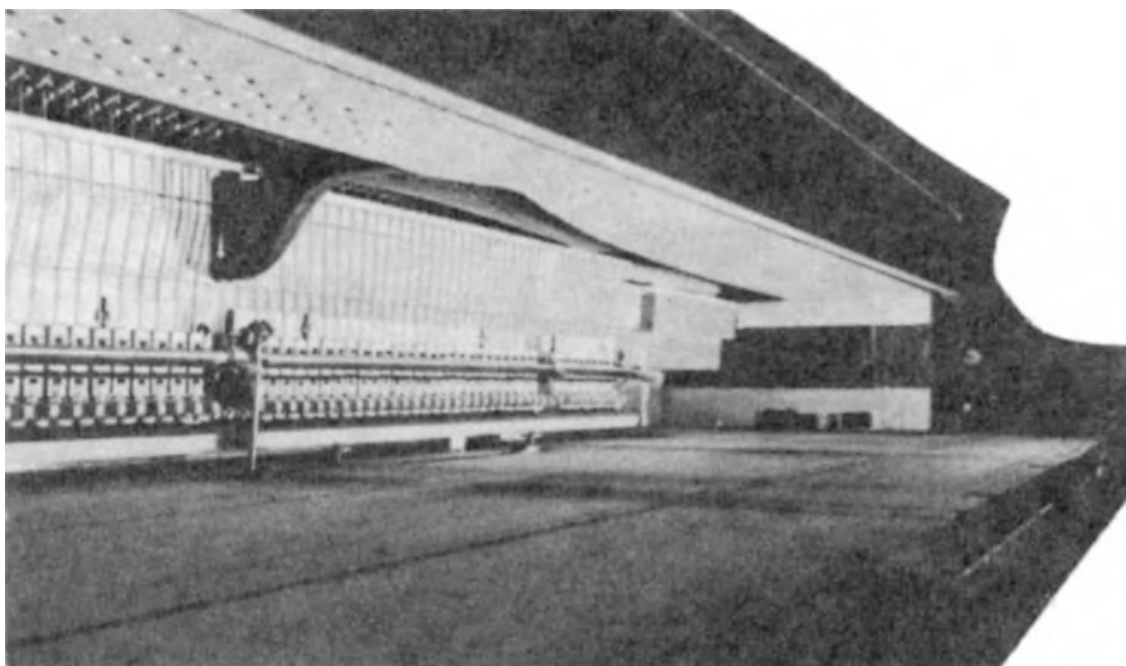


Рис. 24. Вид знизу на пінблок у малому роялі *Cable*, з позиції, де зазвичай розташований механізм.

У деяких роялях марки Mason & Hamlin передній край пінблоку (Вірбельбанку) приклеєний до поперечної балки. Роялі Steinway мають передній край пінблоку, який приклеєний і закріплений шкантами до балки, а кінці пінблоку врізані і приклеєні до неї, що додатково покращує стабільність налаштування. Багато старовинних вікторіанських роялів оснащені тримаршовою рамою, з пінблоком, що врізаний в балку. У деяких з них верхня частина пінблоку нахилена вниз від карниза до рами, що значно ускладнює його заміну в порівнянні з сучасними моделями з плоскими пінблоками.

Налаштувальні піни (вірбелі)

Налаштувальні піни бувають різних варіантів і виконуються з різних матеріалів, зокрема загартованої сталі з блакитним покриттям, нікельованої сталі або комбінованих варіантів із нікелем і блакитним покриттям. Частина піну, яка входить у пінблок, має дрібні різьби, а верхня частина оснащена отворами (вічками), через які фіксується кінець музичного дроту, і конічною квадратною головкою для використання налаштувальним ключем. В старих фортепіано зазвичай використовують піни з загартованої сталі з блакитним покриттям, але вони можуть іржавіти за високої вологості. Нікельовані піни менш схильні до корозії, однак можуть бути менш стійкими через менш виражені різьби. Найкращі – комбіновані піни з блакитним і нікельованим покриттям, де тільки верхня частина покрита нікелем, а різьби залишаються без покриття. Деякі піни мають гладкі прокатні різьби, в той час, як інші – грубіші, вирізані за допомогою верстатів. Грубі різьби можуть забезпечити більшу фіксацію на новому пінблоці, але під час частого налаштування вони можуть спричиняти швидший знос пінблоку.

Кожна струна обмотується навколо налаштувального піна **тричі**, формуючи акуратні котушки. Кінець дроту, що вставляється в вічко піна, називається бекетом. У дешевших моделях фортепіано кінець дроту інколи виступає з протилежного боку піна і загинається, що допомагає утримувати дріт на місці, але ускладнює процес заміни у разі ламання струни. Вищі моделі не потребують такого вигину, і бекет не ковзає.

У деяких інструментах отвори для вірбелів можуть бути розширеними або мати дерев'яні втулки, що забезпечують додаткову підтримку вірбелів та знижують ризик їхнього вигину чи ламання під час налаштування. В деяких сучасних моделях роялів, таких як Bosendorfer, використовуються конічні отвори для вірбелів, що покращує зчеплення вірбелів з вірбельбаком. Конічні

отвори особливо корисні при необхідності трохи поглибити вірбелі для точного налаштування в старих інструментах.

На початку 1900-х компанія Mason & Hamlin розробила так звані «гвинтові струнники», де кожна струна була прив'язана до різьбового гачка, що закріплювався в металевій опорній конструкції. Кожен гачок мав регульовану гайку, яка використовувалася для налаштування струн за допомогою спеціального ключа.

Деякі старі моделі, наприклад вертикальні фортепіано Wurlitzer, мали тоншу задню панель з наскрізними отворами для вірбелів, з розщепленими задніми кінцями вірбелів, в які забивались клини для їхнього затягування. Така конструкція використовувалась лише обмежений час.

Особливістю є також фортепіано Wegman, виготовлене на початку 1900-х років, яке не мало отворів для вірбелів у вірбельбанку. Замість цього, пластинчаста решітка в області вірбелів була товща, а отвори для вірбелів мали овальну форму, що дозволяло щільно закріпити короткі вірбелі за допомогою натягу струн.

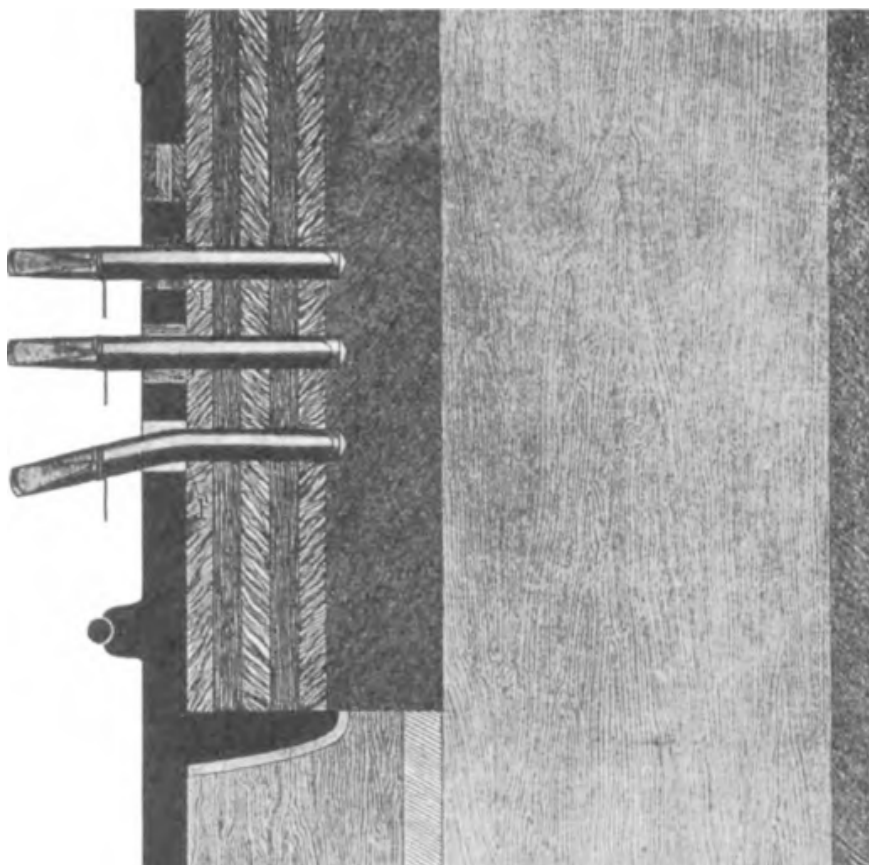


Рис. 25. Значно перебільшене зображення, яке показує переваги втулок для вірбелів. Верхні два вірбелі мають втулки, а нижній – ні

Поради по ремонту

Вірбельбанк та вірбелі. Якщо можливо, здійсніть візуальний огляд вірбельбанку. Хоча пластина та інші частини приховують більшість вірбельбанку в більшості роялів, ось кілька місць, на які слід звернути увагу: у роялі дно вірбельбанку видно після зняття накладки та механізму. Перевірте його на наявність тріщин або розшарувань. У вертикальному фортепіано з триквартальною пластиною перевірте передню частину вірбельбанку на наявність тріщин. Маленькі поверхневі тріщини у лицьовому облицюванні можуть не бути важливими, але великі тріщини свідчать про те, що фортепіано потребує нового вірбельбанку. У вертикальному фортепіано з повною пластиною перевірте задню частину. Це окремий шматок дерева, але якщо ви побачите великі тріщини та розшарування клейових швів, ймовірно, пінблок також перебуває в поганому стані.

Зніміть кришку. В багатьох вертикальних фортепіано окремий шматок дерева покриває верх пінблоку, але в деяких фортепіано ви можете побачити верхній край. Перевірте верх на наявність тріщин, що йдуть вниз у блок. Якщо ви не можете побачити сам блок, або не можете визначити його стан просто поглянувши, перевірте щільність вірбелів, налаштувавши фортепіано, і позначте слабкі вірбелі крейдою. Якщо у вас немає досвіду налаштування фортепіано, можна виміряти щільність вірбелів за допомогою моментоміра з різальним важелем, який доступний у компаніях, що постачають інструменти для фортепіано. Якщо для того, щоб повернути вірбель в протилежний бік, потрібно менше ніж п'ятдесяти дюйм-фунтів обертального моменту, вони, ймовірно, занадто слабкі, щоб тримати фортепіано в тоні протягом довгого часу. Якщо деякі вірбелі настільки ослаблені, що струни відразу виходять з тону після того, як ви знімаєте налаштувальний ключ, пінблок, ймовірно, має серйозні тріщини. У такому разі немає сенсу робити інші ремонти фортепіано до заміни пінблоку, оскільки не налаштовне фортепіано ніколи не створить музику.

Слабкі пінові штифти. Якщо вірбелі достатньо тугі для налаштування інструменту, але не здатні утримати його в стабільному стані протягом кількох місяців, ймовірно, пінблок не має великих тріщин, але втратив здатність надійно утримувати вірбелі. У такій ситуації можна використовувати кілька методів для відновлення налаштування фортепіано без необхідності заміни пінблоку. Це можна вирішити вбиванням вірбелів глибше в пінблок, встановлення системи для контролю вологості, такої як Darnpp-Chaser або її

аналоги, заміну вірбелів на більші або використання спеціальної рідини для ущільнення вірбелів, яка розбухає дерево.

Один із варіантів – вбивання вірбелів глибше в пінблок. У нормі між обмоткою струни та поверхнею пінблоку має бути **не менше 5 мм**. Якщо вірбелі вбиваються настільки глибоко, що обмотка ледь торкається плити, це може створити додаткове тертя, що дозволяє забезпечити налаштування. Однак важливо не вбивати вірбелі так глибоко, щоб обмотка повністю торкалася плити.

Для цього процесу потрібен спеціальний молоток для роботи з металевими предметами, налаштувальний прес і – для роялів – підпора для пінблоку. Важливо використовувати молоток, призначений для роботи зі сталевими частинами, щоб не пошкодити поверхню та уникнути появи небезпечних осколків.

Важлива примітка: Сучасні фортепіано Bosendorfer мають розширені отвори для вірбелів у вірбельбанку, просвердлені за допомогою розширювального свердла 5.8-6.5 мм та вірбелів 7 мм. Компанія Kimball International, Inc. рекомендує вбивати ці вірбелі на 1 мм глибше, коли вони ослаблені. Завжди використовуйте підпору для пінблоку, щоб уникнути пошкодження пінблоку.

Якщо можливо, покладіть вертикальне фортепіано на спину. Помістіть прес для вірбелів на вірбель та вбийте його молотком, залишаючи невеликий простір між обмоткою струни та платою. Прес для голок запобігає сильному обертанню вірбеля при ударі молотка. Якщо струни виходять з нижніх вірбелів під великим кутом, не вбивайте вірбелі так глибоко, щоб струни не лопнули або обмотка не почала накладатися одна на одну.



Рис. 26. Показано, як вбивати один ослаблений вірбель, використовуючи маленький молоток для комбінованої ручки, що зручно носити в інструментальному ящику

Коли ви працюєте з цілим набором штирів, вам буде легше, якщо ви використаєте важчий молоток і покладете фортепіано на спину. При забиванні штирів у фортепіано типу «гранд» блок для настроювання має бути підтриманий підпіркою. У вертикальних інструментах масивна задня частина підтримує блок для настроювання, але в «гранді» немає такої конструкції, тому пластина повинна виконувати всю роботу. Завжди існує ймовірність того, що удари по настроювальних штирях в «гранді» можуть пошкодити пластину. Також, якщо клей, що утримує шари блока для настроювання, не дуже якісний, забивання штирів без підтримки блока знизу може призвести до його руйнування.

Для виконання цього ремонту, зніміть механізм та вставте підпірку з дерев'яним блоком знизу і ще одним зверху, а також додайте кілька підсилювальних сегментів, щоб забезпечити необхідну висоту. Після цього перемістіть підпірку так, щоб вона знаходилася під робочою областю. Це дозволить передати удар молотка в клавіатуру, що здатна витримати таке навантаження.

Якщо вбивання штирів глибше не дає необхідної міцності для утримання налаштування у вертикальному фортепіано, використання системи контролю вологості Damp-Chaser може допомогти розв'язати проблему.

Якщо фортепіано варте витрат і пінблок не має серйозних тріщин, заміна на більші ширші штирі дозволить продовжити його експлуатацію без необхідності повної заміни пінблоку. В разі, якщо пінблок вже переплетений з більшими штирями, і вони все ще розхитуються навіть з системою контролю вологості, тоді необхідно замінити пінблок.

Якщо більшість штирів достатньо міцні, щоб утримати струни в налаштуванні, але деякі вірбелі розхитані, спочатку налаштуйте фортепіано та позначте розхитані вірбелі крейдою. Потім зменшіть натяг струни, щоб зняти дріт з вірбеля, зняти котушку та відкрутити вірбель з пінблоку. Виміряйте діаметр вірбеля за допомогою мікрометра чи іншого вимірювального інструменту для вірбелів і замініть його на вірбель на два розміри більший. Якщо вам потрібно замінити вірбель, який ще тримається міцно, виберіть вірбель на один розмір більший. У США зазвичай використовують піни розміру 2/0 для нових інструментів, але багато іноземних фортепіано мають піни 1/0 або ще менші. Тому завжди вимірюйте оригінальний вірбель, щоб не встановити занадто широкий в німецькому чи азійському фортепіано.



Рис. 27. Підпірка для пінблока

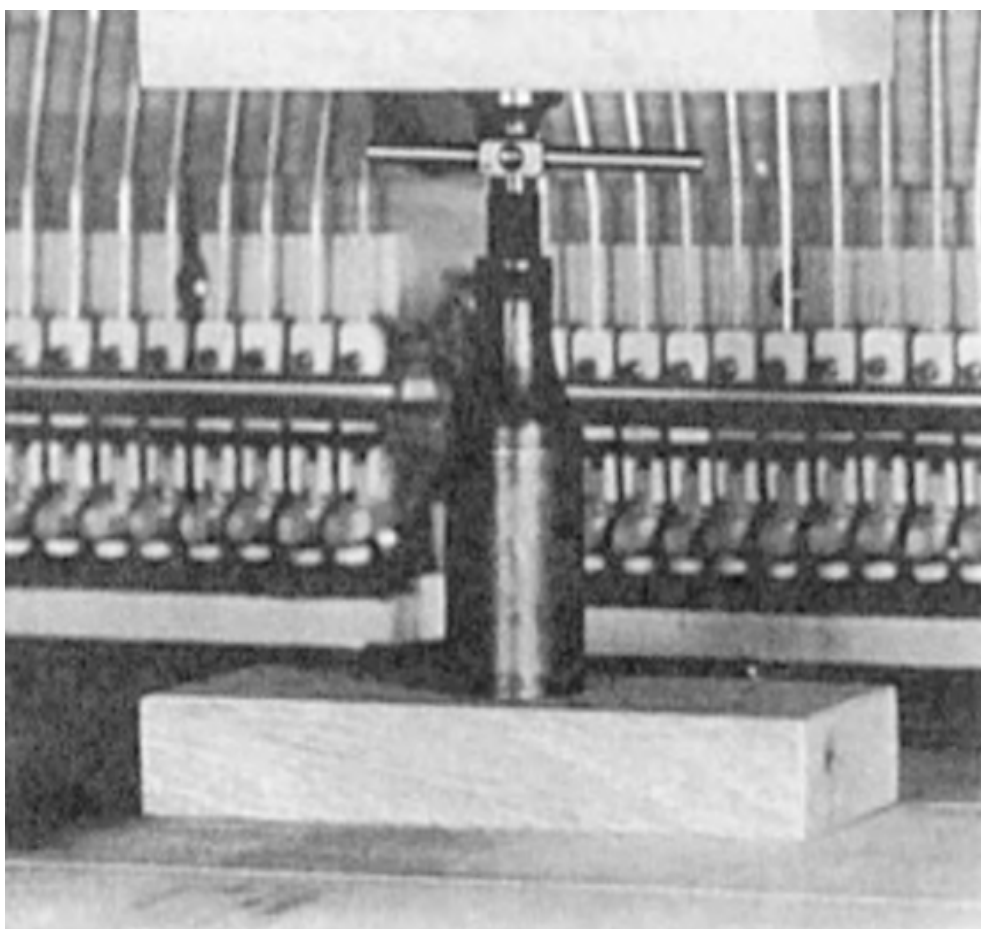


Рис. 28. Підпірка в процесі використання

Якщо більший пін недоступний, можна спробувати вставити підкладку з фанери з клена поруч зі старим вірбелем або обгорнути нижню частину піну одним шаром наждачного паперу з зернистістю 80, так, щоб зерно було спрямоване назовні. Після цього забийте його назад. Це інколи допомагає виправити розхитані вірбелі. Однак, якщо пінблок має тріщину, застосування підкладок або більших пінів лише погіршить ситуацію, збільшуючи тріщину й роблячи сусідні піни ще більш нестабільними.

Якщо фортепіано не вартує витрат на систему контролю вологості, переплетення чи заміну пінблоку, одним з варіантів є застосування рідкого ущільнювача для вірбелів. Однак це не є універсальним вирішенням. Більша частина рідини поглинається буферними втулками, а надлишок стікає між пінблоком і пластиною, утворюючи висохші потьоки. Лише незначна кількість рідини проникає в глибину пінблоку за межі першого шару деревини.

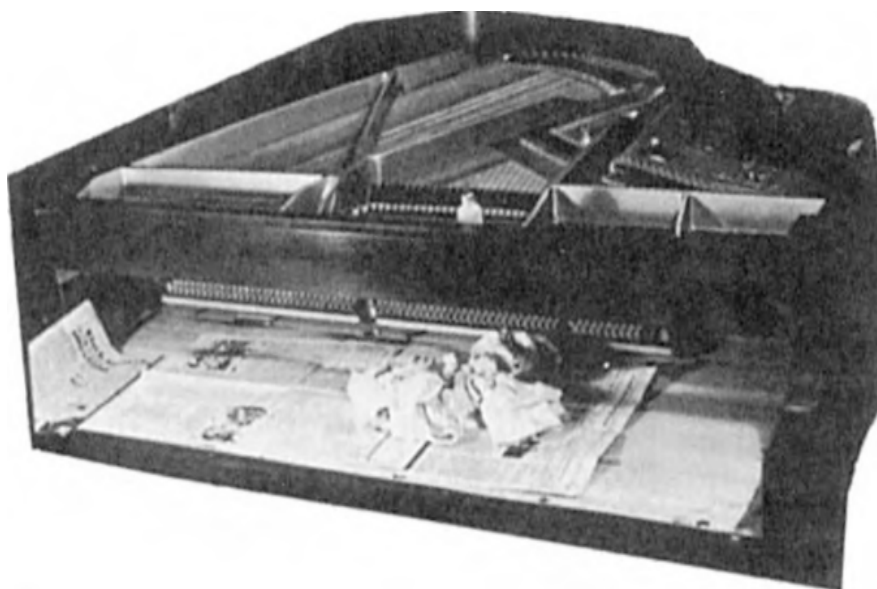


Рис. 29. Захист клавішаової дошки перед нанесенням затверджувача для налаштувальних пінів

При ухваленні рішення щодо використання ущільнювача для налаштувальних штирів важливо враховувати кілька факторів. Якщо фортепіано знаходиться в хорошому стані, а його вартість дозволяє інвестувати в переплетення з більшими штирями або заміну пінблоку, тоді слід виконати ці роботи. Якщо ж вартість фортепіано є сумнівною, а переплетення коштує більше, ніж сам інструмент, можна розглянути використання ущільнювача для штирів як тимчасовий захід. Однак варто пам'ятати, що після застосування ущільнювача, якщо вирішите переплести фортепіано, може знадобитися заміна пінблоку.

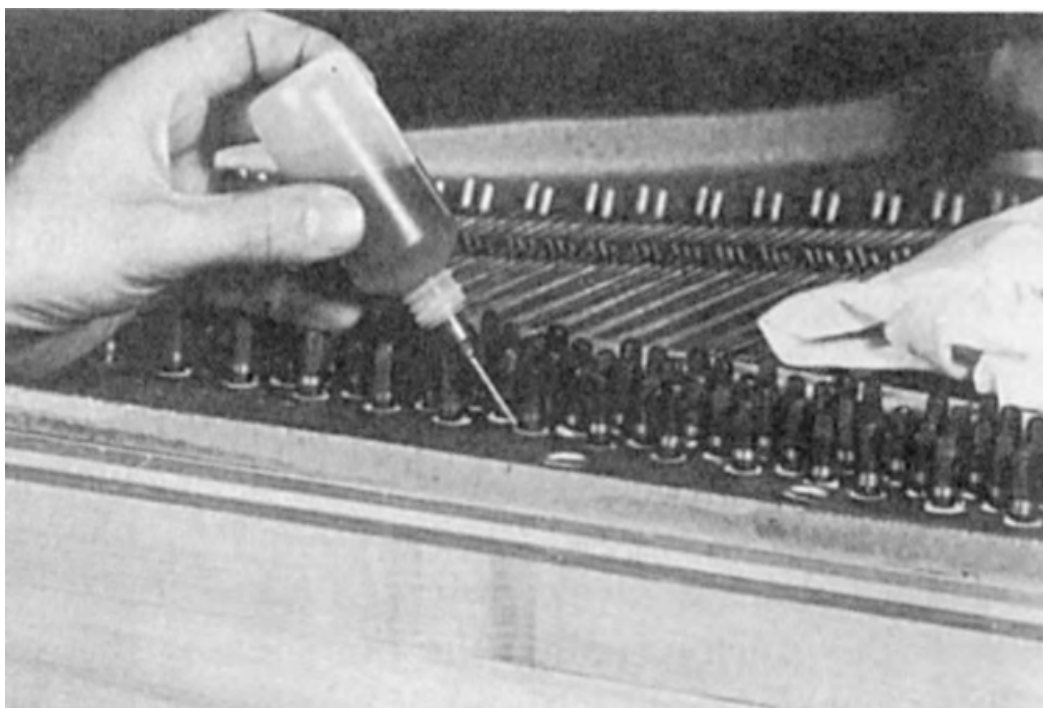


Рис. 30. Нанесення ущільнювача для вірбелів за допомогою «гіпо-олера», доступного в постачальників фортепіанних матеріалів

Один з найбільш поширених типів ущільнювача для вірбелів в клавішах є гліцерин, який має властивість притягувати вологу та розбухати деревину, смолу для збільшення тертя між деревом та піном, а також спирт, що служить розчинником для перенесення рідини навколо штиря в деревину, після чого швидко випаровується. Для нанесення цього засобу можна використовувати маслянку-гіпо, яку можна придбати у постачальників для фортепіано.

Перш ніж розпочати, зніміть механізм рояля та покрийте клавішну дошку газетами, паперовими рушниками або ганчірками для поглинання пролитої рідини. Почніть з одного кінця пінблоку і рухайтесь до іншого. Прикладіть голку до кожної втулки пінблоку або отвору в пластині, стисніть пляшку та випустіть рідину, перед тим як вона потече на пластину. Якщо втулки виступають з пластини, рідина не зможе швидко проникнути навколо вірбеля через поверхнєве натягнення. Тому початкове нанесення має бути акуратним, щоб уникнути проливів. Коли перша частина рідини вбереться, наступні застосування будуть проходити швидше. Повторюйте процес до того часу, поки фортепіано не поглине більше рідини. Потім залиште інструмент на ніч для висихання. Якщо піни були дуже розхитані, повторюйте процедуру протягом кількох днів. Після того, як рідина висохне, зніміть рушники, встановіть механізм і налаштуйте фортепіано. Якщо пінблок не має тріщин, інструмент повинен утримувати настройку краще.

При роботі з вертикальним пінблоком, розмістіть фортепіано на спині та застосовуйте той самий метод нанесення. Не ставте інструмент назад, поки всі сліди рідини не висохнуть, оскільки стікаючи, ущільнювач може залишити плями на резонаторній дошці або липкий залишок на струнах. Будьте уважні, щоб не пролити ущільнювач на інші частини фортепіано, зокрема на механізм, оскільки це може спричинити порушення роботи.

Скрипучі або стрибаючі вірбелі. Якщо під час налаштування вірбель починає підстрибати або скрипіти замість плавного обертання, це може бути ознакою того, що пінблок забруднений олією чи іншими чужорідними речовинами. У такому випадку потрібно зняти вірбель, очистити отвір за допомогою розчинника для лаку або нафтового тампона і встановити новий вірбель більшого діаметра. Однак цей метод може бути неефективним. Багато випадків скрипу вірбелів можуть бути пов'язані з використанням ущільнювачів для вірбелів, скловолокна, епоксидної смоли або подібних матеріалів. У таких ситуаціях найкращим варіантом буде заміна пінблоку.

Надмірно тугі вірбелі. Іноді для усунення проблеми з тугим вірбелем можна спробувати кілька разів обертати його по черзі за годинниковою стрілкою і проти неї. Це може допомогти ослабити його. Якщо цього недостатньо, спробуйте ослабити вірбель до такого рівня, щоб можна було зняти струну, викручуючи вірбель на кілька оборотів, потім забивши його назад і знову закріпивши струну. Якщо вірбель залишатиметься занадто тугим, зніміть його і розширте отвір за допомогою відповідного свердла для спонжів.

Зламаний вірбель. Якщо вірбель ламається в отворі для струни, спробуйте видалити його, використовуючи екстрактор зворотного різьблення для вірбелів. Повертаючи екстрактор проти годинникової стрілки, він захопить пін і дозволить вийняти його з пінблоку. У випадку, якщо пін ламається рівно з пластиною у роялі, де отвори для пінів проходять через весь пінблок, можна витягнути його через низ, використовуючи штемпель для пінів відповідного розміру. Для цього потрібно підтримувати пінблок за допомогою домкрата, розташованого безпосередньо біля отвору. Якщо пін ламається рівно з пластиною в вертикальному фортепіано, спробуйте просвердлити отвір через задню частину інструменту і вибити пін. Це буде залежати від точності вимірювань і прицілу при свердлінні. Після видалення піна, зацементуйте отвір ззаду за допомогою заглушки з пінблоку, приклеєної епоксидною смолою. Якщо ж виявиться зручнішим, можна провести більш складніший ремонт: просвердлити великий отвір з передньої частини пінблоку поруч із залишком піна, вставити його в сусідній отвір і видалити. Обидва отвори заглушити заглушками з пінблоку та епоксидною смолою, а потім просвердлити новий отвір для вібеля.

Розшарування пінблоку задньої частини у вертикальному фортепіано. Якщо задня рама вертикального фортепіано розшарувалась, і є можливість заповнити тріщину клеєм та з'єднати частини, скористайтесь цією можливістю. Іноді верхній шов на задній рамі може розшаруватися, через що верх пінблоку нахиляється вперед, вигинаючи пластину та порушуючи отвори для великих болтів на її верхній частині. У такому разі, якщо налаштувальні піни досі достатньо міцні, щоб утримувати інструмент в налаштуванні, зменшіть натяг струн, повернувши кожен пін на пів оберту проти годинникової стрілки, щоб зменшити напругу під час склеювання.

Для простого ремонту на старому фортепіано, яке не має великої цінності, зніміть пластину, тимчасово зафіксуйте частини, а потім просвердліть отвори для болтів через задню частину інструмента. Перед нанесенням клею очистіть шов від пилу та деревних частинок. Використовуйте болти того ж діаметра, що й лаг болти, достатньої довжини для встановлення гайок і великих шайб ззаду. Нанесіть аліфатичний смоляний клей на тріщину і акуратно з'єднайте частини, підтягуючи пінблок і пластину повільно, щоб не пошкодити пластину. Встановіть болти, шайби та гайки. Після того як клей висохне і ви знімете затиски, можна підготувати струни до налаштування.

Для більш естетичного ремонту просвердліть отвори і встановіть каретні болти з гайками всередині пластини, щоб задня частина фортепіано мала округлі головки болтів, замість різьбових кінців, які можуть пошкодити стіну.

Кращий варіант для якісного інструмента – це виправлення клеєвого шва, свердління отворів ззаду за допомогою 1-дюймового свердла Форстнера для проходу лише через різьбову частину отвору, а потім встановлення дерев'яних заглушок. Після приклеювання заглушок, вирівняйте їх із поверхнею фортепіано, просвердліть отвір для різьбової частини болта в кожній заглушці з передньої частини і знову встановіть болти.

Розхитаний пінблок у роялі. Якщо під час налаштування одного кінця рояля інший кінець виходить з налаштування, а висота не змінюється і болти пластини та налаштувальні піни залишаються затягнутими, проблема може полягати в неправильній підгонці пінблоку до фланця пластини. Це може призвести до того, що блок буде коливатися в середині, коли змінюється натяг струн. Якщо встановлення нового пінблоку не є бажаним, спробуйте виправити ситуацію, зменшивши натяг струн і вставивши дерев'яні клини між заднім краєм пінблоку та фланцем пластини. Кожен клин перед забиванням можна покрити аліфатичним смоляним клеєм, після чого підігнати фортепіано до налаштування. Якщо клин виступає занадто далеко, щоб не заважати встановленню механізму, обріжте його за допомогою лобзика або пили.

Якщо оригінальні налаштувальні піни рояля ще щільно тримаються і не видно розшарування пінблоку, можна залишити цей пінблок і замінити піни на два розміри більші за діаметром. Наприклад, у більшості фортепіано, виготовлених у США, використовуються піни 2/0, тоді як інструменти, зроблені за межами США, можуть мати піни 1/0 або навіть менші. У роялі Bosendorfer з пінцями 1/0 і конусними отворами в пінблоці нові піни 2/0 можуть бути достатньо щільними. У таких випадках особливо важливо використовувати підіймач пінблоку, щоб уникнути пошкодження пінблоку під час переналаштування.

Якщо піни дуже вільні або якщо фортепіано вже перерозтягувалося, або якщо ламелі пінблоку починають відшаровуватись, необхідно замінити пінблок. У вертикальних фортепіано заміна пінблоку є значною роботою, яку варто виконувати лише в разі високої вартості інструменту.

Зняття налаштувальних пінів

Найшвидший спосіб зняти налаштувальні піни – це використати напівдюймовий електричний дріль з регульованою швидкістю та реверсом, з особливим наконечником для налаштувального важеля, який підходить для патрона дреля. Не намагайтеся використовувати менший дріль – він швидко вийде з ладу, якщо піддаватимете його великому крутному моменту. Не прикладайте бокового тиску на піни; це пошкодить пінблок. Підіймайте дріль разом з піном, коли він викручується, щоб уникнути навантаження на пін. Якщо пін обпікає дерево, ви крутите дріль занадто швидко і не даєте теплу достатньо розсіюватися; зменшіть швидкість. Якщо у вас немає великого дреля з регульованою швидкістю, або у будь-якому фортепіано, де ви вважаєте, що нові піни великого розміру можуть бути тільки трохи щільними в старому пінблоці, використовуйте ручний клявіша з наконечником для налаштувального важеля.

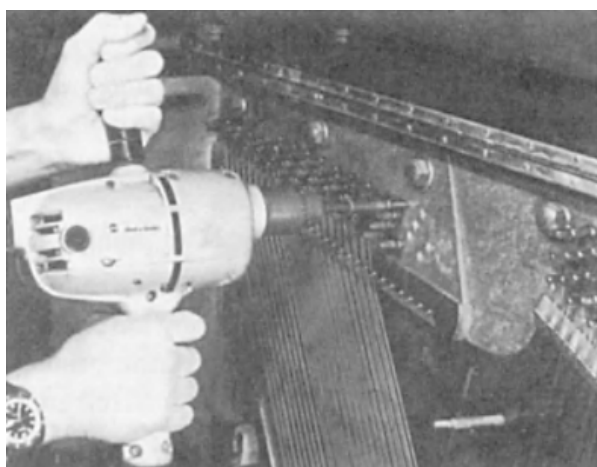


Рис. 31. Використання напівдюймового електродрілю з регульованою швидкістю та реверсом для зняття вірбелів

Зверніть увагу на довжину налаштувальних пінів та виміряйте їх діаметр мікрометром, індикатором або вимірювальним інструментом для пінів. Якщо будь-які піни були раніше замінені на пін великого розміру, запишіть їх розмір і розташування на схемі пінблоку.

Деякі техніки люблять обертати налаштувальні піни і одночасно знімати струни, ламаючи їх по ходу, щоб прискорити процес. Деякі відламки дроту обертаються разом з піном, коли це робиться, залишаючи круглі подряпини на плиті; інші частини летять через повітря. Деякі струни не ламаються, а замість цього обвиваються навколо пінів в зворотному напрямку, і їх треба розмотувати в іншому напрямку. Для автора, це спроба пришвидшити процес, але це марнування часу, оскільки додатковий час йде на усунення пошкоджень.

Додаткова та використана література

1. Carl-Johan Fors Piano and Grand Piano Repair Yrkesopplaering ans Publishing House, Oslo, Norway 1998
2. Reblitz, Arthur (1993), Piano Servicing, Tuning, and Rebuilding (вид. 2nd), Vestal Press
3. Regulation and Repair Piano and Player Mechanism together with Tuning as Science and Art Edward Lyman Bill, Publisher Madison Avenue, New York 1909

Лекція 5. Резонансна дека. Резонансна дека та мости

Ідеальне дерево для Резонансної деки – це ялиця Сітки (ситхінська ялина), оброблена до товщини близько 9,5 мм. Це дерево має ідеальний баланс жорсткості та гнучкості. М'якше дерево поглинає вібрації, як губка, тоді як тверде дерево занадто жорстке для правильного вібрування.

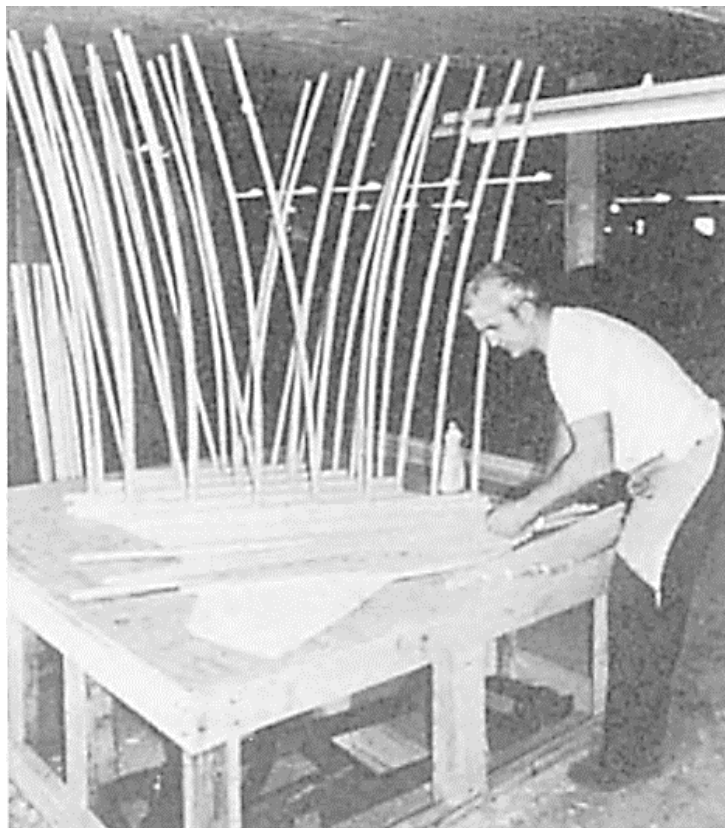


Рис. 32. Річард Скулмастер клеїть ребра до нової резонансної деки для маленького рояля на колишньому заводі фортепіано Aeolian-American, що вже припинив свою діяльність. Довгі дерев'яні кліпсувальні планки, або «го-бари», кожна з яких створює до 200 фунтів (приблизно 90 кг) тиску для кліпсування

В традиційній українській музичній культурі дека носить назву **дейка**. Нижня частина деки – **спідня**, а верхня – **верхняк**.

Виготовлювачі резонансних дек склеюють ялицеві дошки шириною близько 4-6 дюймів (10-15 см) поряд, створюючи деку потрібної ширини. Потім дека обрізається до потрібного розміру, шліфується до правильної товщини та сушиться до низького вмісту вологи. Після цього дошка кладеться лицьовою стороною вниз на опори з увігнутою формою, і до

зворотного боку (спідні) приклеюються ребра, що проходять приблизно під кутом до волокон резонансної деки. Тиск кліпсування змушує дошку та ребра приймати форму увігнутих опор. При погляді з переду ця випукла форма є короною дошки.

Після того, як клей висихає, техніки (відомі як оператори) прикріплюють мости до передньої частини (верхняку) резонансної деки. Вся збірка потім склеюється з внутрішнім ободом (для роялів) або постіллю резонансної деки (для вертикальних фортепіано). Коли нова висушена дошка поглинає вологу з навколишнього середовища, вона розбухає і трохи підіймається, набуваючи додаткової міцності. Така випукла форма допомагає підтримувати стиснення в межах резонансної деки, роблячи її більш яскравою та запобігаючи її деформації під тиском струн.

У сучасних роялях внутрішній обід виготовляється з твердих порід дерева, що створює найкращу основу для максимальної ефективності резонансної деки та яскравого тону в високому регістрі. Багато вікторіанських роялів, виготовлених до кінця 1800-х років, мали м'якші внутрішні ободи, що сприяло тьмяному звуку високих нот. Більшість суцільних ялицевих резонансних дек у сучасних фортепіано мають меншу товщину по периферії для більшої гнучкості, за винятком верхньої частини моста басового регістру, де потрібна більша жорсткість.

Екстремальні умови вологості та сухості можуть призвести до розширення або стиснення резонансної деки, а також до утворення тріщин по волокнах та швах. Щоб уникнути цієї проблеми, деякі виробники використовують ламіновані (фанерні) гармонійні дошки, які гарантують, що вони не тріснуть протягом усього терміну служби фортепіано. У малих спінетах і консольних фортепіано якість звуку приблизно однакова, чи є резонансна дека з масиву ялини, чи фанери. У більших фортепіано дошка з масиву ялини звучить краще, навіть якщо вона тріснута, якщо тільки не ослаблені клеєві з'єднання у ребрах, підкладці або обідку, які можуть викликати брязкіт чи шум.

Фортепіано Mason & Hamlin включають пристрій, відомий як резонатор натягу, винайдений Річардом Герцом у 1900 році. Ця конструкція з стрижнів і регулювальних болтів запобігає розширенню обідка, допомагаючи деці зберігати свою форму протягом тривалого часу. Деякі фортепіано марки Cable (а можливо й інші бренди) також використовують менш складну версію резонатора натягу. Майстер налаштування не повинен регулювати ці болти, за винятком, можливо, під час великої реставрації, яка включає в себе значні ремонти або заміну резонансної деки.

Деякі фортепіано мають дерев'яний брусок або смужку, яка називається гармонічним трапом і кріпиться до задньої частини кількох ребер. Цей трап допомагає пригнічувати небажані гармоніки, дзвін та інші сторонні звуки.

Мости виготовляються з твердих порід деревини – зазвичай з клена або бука – і кріпляться до передньої частини резонансної деки клеєм та гвинтами. Кожна голівка гвинта проходить через дерев'яну шайбу, звану кнопкою резонансної деки, яка запобігає розтріскуванню дошки від гвинта.

Щоб струни фортепіано ефективно вібрували на резонансній деці, вони повинні надавати на мости невеликий тиск. Кількість вигину дошки та нижнього тиску безпосередньо впливають на якість і гучність звуку. Занадто малий тиск призводить до тривалого, але слабкого тону, в той час, як надмірний тиск викликає гучний звук, який швидко згасає. До певної міри, чим більший вигин резонансної деки, тим більше нижній тиск повинен бути на міст.

Для економії простору і розміщення найдовших басових струн у корпусі, сучасні фортепіано мають струни, які перетинають одна одну зверху та знизу діагонально, утворюючи переплетену схему. У більшості фортепіано з переплетенням мости для високих і низьких струн є окремими, хоча в багатьох великих роялях два мости з'єднані для зміцнення резонансної деки.

Верхня частина моста має ряди мідно-покритих сталевих мостових штифтів, розташованих у шаховому порядку та вставлених під кутом, що дає струнам бічне підтримування і надійно фіксує їх, дозволяючи їм міцно контактувати з мостом і передавати свої вібрації через нього на деку.

Щоб забезпечити найефективнішу передачу вібрацій струн в деку, міст має бути лише настільки великим, наскільки необхідно для утримання мостових штифтів без тріщин. У хороших фортепіано краї моста мають виїмки, точно розташовані вздовж центральної лінії штифтів і перпендикулярно струні, щоб штифти ефективно завершували вібруючу частину струн на однаковій довжині у всіх площинах, і всі струни кожного унісону мали точно однакову довжину.

Мости для високих струн можуть бути суцільними, ламінованими або мати верхній шар, що називається капою, орієнтований горизонтально. Роялі Steinway та Baldwin мають ламіновані мости, де шари дерева орієнтовані вертикально; Steinway додає капу, тоді як Baldwin – ні. Більшість фортепіано середньої якості має суцільні дерев'яні мости з вертикально орієнтованим волокном основної частини моста, з капою або без неї.

Усі ці типи мостів добре передають вібрації від струн на резонансну деку. Суцільні дерев'яні мости частіше тріскаються, ніж ламіновані, якщо вони піддаються великим перепадам вологості та сухості, або якщо струни мають занадто багато бічного натиску на мостові штифти. Ламіновані мости з шарами, орієнтованими горизонтально, передають вібрації менш ефективно.

Для досягнення найкращої якості басового тону, басові струни повинні бути максимально довгими, а басовий міст розташований якомога ближче до нижньої частини вертикального фортепіано або до заднього обода рояля. На жаль, резонансна дека погано вібрує поблизу краю. Щоб максимізувати довжину басових струн, не розташовуючи басовий міст занадто близько до краю резонансної деки, багато інструментів мають міст, змонтований на поличці або підвісці, що передає вібрації струн на більшу частину дошки.

У високоякісних фортепіано планки або підпори плити проходять через мости. В маленьких та недорогих фортепіано басовий міст має велику виїмку, щоб дозволити підпорі проходити через нього, не торкаючись. Ця виїмка ослаблює міст і деку, викликаючи нестабільність налаштування струн безпосередньо навколо неї. Резонансна дека також може з часом втратити свою вигнуту форму в районі виїмки, що призведе до зменшення натиску струн і втрати якості тону.

Деякі фортепіано мають шматок дерева, приклеєний ззаду виїмки на задній частині резонансної деки, що нібито частково компенсує цю слабкість.

Вади та способи їх усунення. Звукова дошка

Тріщини на звуковій дошці.

Тріщини на звуковій дошці (деці) не завжди шкодять якості тону, оскільки площа тріщини дуже мала в порівнянні з загальною поверхнею дошки. Якість звуку псується, коли звукова дошка не тільки тріснута, але й відділена від ребер або відшарована від внутрішнього обідка (у роялі) або лінії звукової дошки (у вертикалі) по периметру.

Неправильне клеєне з'єднання між звуковою дошкою та ребрами, лінією або обідком.

Коли звукова дошка відходить від ребра або з'єднання по периметру, одне дерево може вібрувати відносно іншого, викликаючи неприємний тон, схожий на звук поганого динаміка. Якщо фортепіано є високоякісним, ремонти звукової дошки мають бути виконані з найвищою якістю, залишаючи тільки маленькі отвори або взагалі без них у ребрах. Якщо фортепіано – дешевий, старий або маленький рояль, наступні швидкі ремонти допоможуть розв'язати проблему, не завдаючи серйозної шкоди.

Кроки для ремонту:

1. Візуальна перевірка звукової дошки:

Перевірте задню (або нижню) частину звукової дошки, щоб побачити, де вона від'єднана.

2. Перевірка тону:

Грайте кожну ноту голосно, від одного кінця клавіатури до іншого. Якщо якась нота викликає ненормальний тріск або дзижчання, попросіть асистента продовжити грати цю ноту голосно.

3. Натискання на вільні ділянки:

Під час гри натискайте на вільні ділянки звукової дошки до того, як дзижчання або тріск зупиниться, і позначте ці місця.

4. Використання кліпси для клеєння звукової дошки:

Якщо вільна ділянка доступна, використовуйте кліпсу для клеєння звукової дошки для з'єднання дошки та ребер. Малий отвір, який свердлиться в ребрі для кліпси, ослабляє ребро менше, ніж більший отвір.

5. Якщо кліпсу не можна використати:

Якщо кліпсу не можна застосувати, просвердліть отвір діаметром 3/16» через ребро та дошку. Очистіть якомога більше бруду та старого клею з між дошкою та ребром за допомогою самоклеючого наждачного паперу, прикріпленого до малярного ножа.

6. Нанесення клею:

Вставте рідкий клей на основі рогозової або аліфатичної смоли між дошкою та ребром за допомогою ножа і з'єднайте їх за допомогою гвинта і гайки, використовуючи відповідні шайби, щоб гвинт або гайка не пошкодили деревину. Видаліть зайвий клей.

7. Після висихання:

Після висихання зніміть гвинт, очистіть отвір від клею, знову просвердливши його свердлом 3/16», і закрийте отвір дерев'яним даунелем діаметром 3/16».

Якщо область дзижчання звукової дошки знаходиться за пластиною або струнами, відремонтуйте її ззаду за допомогою дерев'яного гвинта з плоскою головкою, вгвинчуючи його через ребро в звукову дошку. Просвердліть отвір з використанням глибокоміру на свердлі, щоб не прорізати передню частину звукової дошки. Простий, але ефективний глибокомір можна зробити, наклеївши гумку, шматок малярної стрічки або крапку червоного лаку для нігтів на свердлі. Очистіть отвір від тирси, вставте клей і затягніть гвинт.

Якщо звукова дошка відходить по периметру, потрібно використовувати винахідливість, щоб знайти спосіб застосувати тиск з'єднання до передньої або верхньої частини дошки під час її переклеювання, не знімаючи пластину. У деяких місцях можна вставити невеликий тимчасовий клин між пластиною та звуковою дошкою, в інших місцях – встановити маленький гвинт.

Мости.

Тріщини або зламаний міст.

Міст часто має маленькі тріщини по верхній частині, де тиск від струн штовхає мостові штифти вбік. Коли верхня частина моста тріскає, штифти більше не тримаються міцно на місці. Це призводить до дзижчання, брязкання та неправдивих биттів, ускладнюючи або роблячи налаштування фортепіано неможливим.

Якщо тріщини настільки серйозні, що утворюється одна безперервна тріщина, міст слід замінити. Якщо тріщини достатньо малі, щоб не утворювати одну безперервну тріщину, їх можна заповнити епоксидною смолою. Зменшіть натяг не більше ніж на шість чи вісім струн одночасно, достатньо, щоб зняти їх з гвинтів кріплення, залишивши їх прикріпленими до налаштувальних штифтів. Підніміть струни вбік і дістаньте вільні мостові штифти. Якщо можливо, придбайте довші, загострені мостові штифти такого ж

діаметра і просвердліть отвори трохи глибше, щоб прийняти додаткову довжину, забезпечуючи нове закріплення хоча б на нижньому кінці штифтів. Змішайте епоксидну смолу і нанесіть її в кожну тріщину за допомогою канцелярського ножа або маленького шматочка дроту, поки тріщина не буде повністю заповнена, без бульбашок повітря в епоксидній смолі. Вставте кожен новий мостовий штифт якнайближче до його початкового положення і очистіть всю епоксидну смолу, що видавлюється з мосту. Повторіть процедуру для кожної тріщини, поки не встановите всі штифти. Коли епоксидна смола повністю висохне, поверніть струни на їхні гвинти кріплення і мостові штифти, підтягніть їх до потрібної висоти і продовжуйте з іншою секцією, якщо потрібно. Коли ви закінчите, налаштуйте фортепіано.

Відклеєний басовий міст; тріснута підкладка.

У багатьох старих вертикальних фортепіано, які в іншому цілком використовувані, підкладка басового моста зменшується в розмірах і тріскається, внаслідок чого міст відклеюється від підкладки і зсувається з правильного положення. Це призводить до мертвого тону в басовому регістрі, особливо вищих нотах басового моста, навіть коли струни в басу очевидно в хорошому стані. Зазвичай гвинти, видимі з задньої частини резонаторної дошки, все ще з'єднують поламані частини підкладки з прокладкою. Завжди перевіряйте цей стан перед налаштуванням старого фортепіано. **Якщо міст зсунувся вниз, що призвело до подовження віброуючих сегментів басових струн, що вони стали довшими, ніж повинні бути, ви можете зламати басову струну, занадто сильно натягнувши її в спробі довести її до правильного тону.**

Якщо басові налаштувальні штифти досить міцно тримають струни, щоб витримати ослаблення струн і потім їхнє натягування, можна виконати наступний ремонт:

1. Ослабте кожну басову струну настільки, щоб зняти її з гвинта кріплення і перекиньте петельку гвинта через шматок дроту, щоб утримувати струни в порядку.
2. Після того як всі струни будуть на дроті, відсуньте їх вбік і закріпіть дріт до чогось у фортепіано, щоб утримати струни трохи далі.
3. Зніміть гвинти, що тримають підкладку басового моста до прокладки, з задньої частини резонаторної дошки. Якщо необхідно, просвердліть отвір діаметром 1/2 дюйма через задню опору, щоб досягти важкодоступного гвинта за допомогою тонкої викрутки. Зазвичай, коли басовий міст відокремлений від підкладки, підкладка також відокремлена від прокладки, і вона з легкістю відійде від дошки.

Однак остерігайтеся оригінальних заводських цвяхів або шкантів, що тримають прокладку на резонаторній дошці; не пошкодьте дошку при розриві клеєвого з'єднання.

4. Переклейте поламані частини підкладки, відшліфуйте клей, не видаляючи деревину, і знову прикріпіть міст до підкладки клеєм і кількома гвинтами.
5. Потім знову переклейте і закріпіть підкладку до прокладки на резонаторній дошці. Якщо підкладка так сильно скоротилася в довжину, що гвинти більше не збігаються, змініть місця гвинтів, що тримають міст до підкладки, але будьте обережні, щоб не просвердлити нижній кінець жодного з мостових штифтів. Там, де підкладка кріпиться до резонаторної дошки, за необхідності закрийте отвір і просвердліть новий отвір у підкладці для правильного вирівнювання з оригінальними отворами в дошці.

Перед тим як приклеювати будь-які частини разом, завжди спершу щільно прикручуйте їх у «сухому прогоні», щоб переконатися, що хвости гвинтів не застрягли в отворах, не розривають клеєве з'єднання і не тріскають підкладку, резонаторні кнопки або інші частини під час затягування.

6. Після того як клей висохне, поверніть кожну басову струну на один повний оберт у напрямку обмотки, щоб оживити тон, і знову прикріпіть її до гвинта кріплення.
7. Протягніть її через мостові штифти і підвищіть натяг. Якщо необхідно, трохи поглибте вірбелі. Якщо налаштувальні штифти досить міцно тримають басові струни в тональності, цей ремонт значно покращить якість тону баса.

Додаткова та використана література

1. Carl-Johan Fors Piano and Grand Piano Repair Yrkesopplaering ans Publishing House, Oslo, Norway 1998
2. Reblitz, Arthur (1993), Piano Servicing, Tuning, and Rebuilding (вид. 2nd), Vestal Press

Лекція 6. Струнний одяг. Струни

Висота музичного тону виражається в герцах (Гц.) – одиниця, названа на честь німецького фізика Хайнріха Герца, що позначає кількість вібрацій на секунду коливань звукових хвиль, які їх утворюють. Простими законами фізики обумовлено, що на основну висоту вібруючої струни впливають кілька факторів, зокрема її довжина, діаметр, натяг, густина і жорсткість. Висота зменшується, коли збільшується довжина, діаметр або зменшується натяг. У нашій музичній шкалі висота в герцах будь-якої ноти в два рази більша, ніж у тієї ж ноти на октаву нижче, або в два рази менша, ніж у тієї ж ноти на октаву вище. Нота А вище середнього До та вібрує з частотою 440 Гц.

Теоретично, якби фортепіано мало всі прості сталеві струни однакового діаметра, з однаковим натягом, і струни для високого До мали свою звичну довжину близько двох дюймів, то струна для низького До – на сім октав нижче – повинна була б бути в сім разів довшою, або понад двадцять один фут (близько шести з половиною метрів), що зробило б фортепіано непрактичним для виготовлення та зберігання. Або, якби фортепіано мало практичну довжину, з високим До близько двох дюймів і найбільшою басовою струною довжиною шість або вісім футів (1,8–2,4 м) та всі струни однакового діаметра, то для найнижчих струн знадобився б набагато менший натяг, що призвело б до дуже слабкого, м'якого тону з сильно неправильно налаштованими гармоніками. Або, якщо те ж саме фортепіано мало б високе До довжиною два дюйми і найнижчі басові струни довжиною шість або вісім футів, з усіма струнами під однаковим натягом, тоді діаметр твердих басових струн мав би бути настільки великим, що вони діяли б і звучали більше як сталеві стрижні або бруски, ніж як вібруючі струни, через надмірну жорсткість. Також було б непрактично помістити такий товстий дріт під достатнім натягом, щоб досягти бажаної висоти тону.

Для того, щоб басова струна мала достатню масу для вироблення низької висоти тону під високим натягом, не будучи занадто довгою або жорсткою, її сталевий серцевинний дріт обмотується однією або двома обмотками мідного дроту. Обмотки дають змогу басовим струнам у великих фортепіано мати достатню масу, натяг і гнучкість для створення потужного звуку з хорошою якістю тону; вони дозволяють малим фортепіано відтворювати хоча б якусь подобу фортепіанного тону.

Майстер виготовлення струн намотує обмотку на серцевинний дріт за допомогою машини, схожої на токарний верстат, яка тримає серцевинний

дріт під натягом, щоб обмотка залишалась щільною після того, як настройщик встановить нову струну в фортепіано і натягне її до потрібної висоти тону. Більшість виготовлювачів струн сплющують або обтискають серцевинний дріт обмотаних струн під кінцями обмотки. Це допомагає запобігти розсуванню кінців і виникненню дзвінких або брязкаючих звуків. Деякі обмотані струни мають шестигранний серцевинний дріт, що допомагає всій обмотці залишатися щільною. Найнижчі басові ноти з однією товстою струною на ноту мають подвійні обмотані струни, з двома шарами обмотки. Вищі басові ноти, що мають дві або три струни на ноту, мають одношарові обмотані струни. Технік, який натягує струни в фортепіано, робить кожній обмотаній струні обертання в напрямку обмотки перед тим, як помістити її на її гачок, щоб підтягти обмотку на серцевині, хоча в деяких сучасних фабриках цей крок пропускають.

Деякі басові струни мають обмотки з м'якого, гнучкого сталевого або залізного дроту, мідно-покритого сталевого дроту або алюмінієвого дроту. Сталь і алюміній мають меншу масу, ніж мідь, тому ці обмотки повинні бути більшими за мідні, щоб мати ту ж саму вагу. Сталева басова струна, що має такий самий натяг, як і мідна струна тієї ж ваги і діаметру серцевинного дроту, має іншу якість тону через свій більший розмір. М'які сталеві обмотки зрештою іржавіють і стають пористими при впливі вологи. Мідне покриття уповільнює погіршення, але з часом тонкий шар міді окислюється настільки, що основний сталевий дріт все одно іржавіє. Алюмінієві обмотки також кородують. Усі фортепіано високої якості, що виготовляються сьогодні, мають басові струни з обмотками з твердого мідного дроту.

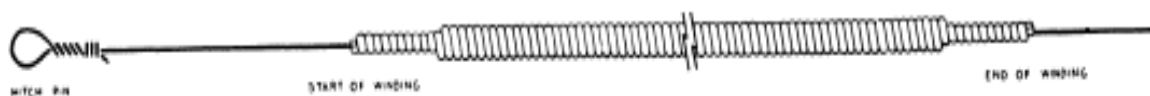


Рис. 33. Обплетення басової струни

Добре спроектована шкала струнного покриву повинна забезпечувати плавний перехід тону від насиченого низького басу до яскравого, чіткого високого тенору та дзвінкого дисканту. Зазвичай діаметр дроту та натяг зменшуються від басу до тенору. Виготовлювачі фортепіано позначають басові ноти з однією, двома і трьома струнами як монокордні, бікордові та трикордові унісоми відповідно. Частина від найнижчої ноти на мосту тенору до

приблизно Фа під середнім До є теноровим діапазоном фортепіано. Щоб забезпечити найплавніший перехід тону від обмотаних басових струн до простих сталевих тенорових струн, багато фортепіано високої якості мають трікордові унісони з маленьким діаметром обмотки в тенорі.

Розмір простих сталевих тенорових струн також поступово зменшується від низьких до високих нот, хоча різниця в розмірі не така помітна для ока, як у обмотаних басових струнах. У середньому фортепіано діаметр простих сталевих тенорових струн зменшується від приблизно 0,044 дюйма (вірбелі №191/2) для найнижчих нот до приблизно 0,031 дюйма (вірбелі №13) для найвищих.

Басові ноти з однією струною мають найвищий натяг – понад 300 фунтів на струну в великому фортепіано. При підйомі через басовий діапазон натяг зменшується, причому прості сталеві трікордові унісони в середньому мають натяг близько 160 фунтів на струну в тенорі середнього фортепіано. У деяких фортепіано натяг трохи збільшується у високому тенорі.

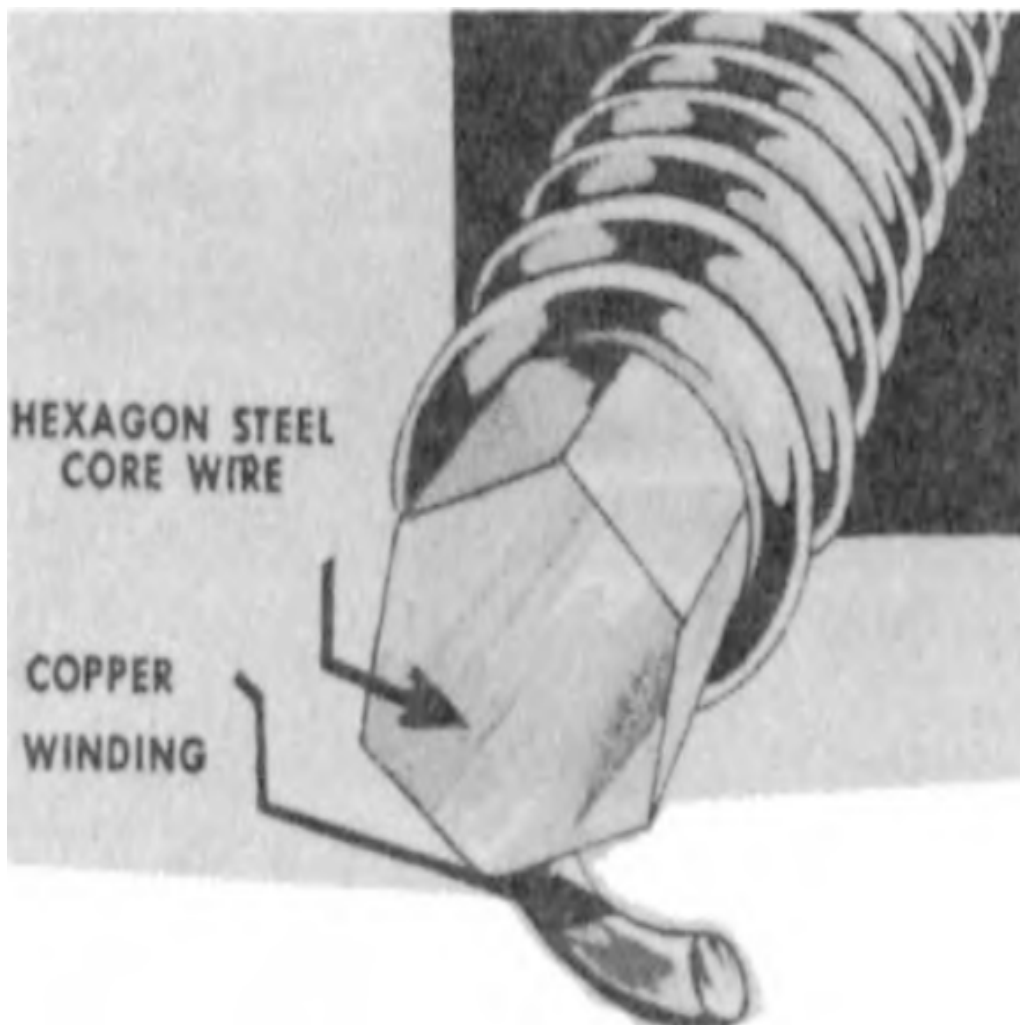


Рис. 34. Деталізація басової струни з гексагональною основою

В деяких спінетних фортепіано з поганою якістю басового тону через дуже короткі басові струни, дизайнери струнного покриву свідомо погіршують якість тону тенорової частини, використовуючи незвично товсту струну. Це робить перехід від басу до тенору менш помітним. У найдешевших з цих малих фортепіано виробники використовують двоструневі прості дротяні унісони від низького кінця тенору майже до середнього До. Це ускладнює налаштування через жорсткість товстого дроту та стрибок в товщині дроту від бікордових до трикордових унісонів у середині октави темпераменту.

При розробці нового фортепіано, дизайнери шкал починають з бажаного розміру корпусу, а потім проєктують специфікації струн. Розмір корпусу визначає максимальну довжину низької басової струни Ля, досвід визначає, що високий До повинен мати довжину близько $2\frac{1}{8}$ дюйма (54 мм), міцність дроту на розтягування та еластичний ліміт визначають практичні межі натягу струн, традиція вказує на стандартну висоту тону А-440 для налаштування шкали, а музичний смак впливає на те, наскільки яскравим або м'яким має бути тон. Враховуючи ці фактори, дизайнер шкали працює з усіма змінними: довжиною, натягом і діаметром кожної струни, розмірами обмоток басових струн і довжиною окремих непрацюючих сегментів кожної струни, таких як відстань від піна налаштування до аграфа, від моста до гачка тощо.

Проектування шкали також враховує багато інших елементів, зокрема точку, в якій кожен молоток вдаряє по струнах, а також розміри, масу та твердість молоточків. Ці фактори, разом з урахуванням того, що молоточків повинно бути якомога більше у прямій лінії, відіграють роль у проєктуванні плити, мостів і резонаторної дошки. Щоб мати уявлення про величезну кількість різних конструкцій шкал, що використовувались протягом історії фортепіано, достатньо ознайомитись з довжинами та діаметрами струн у будь-яких ста старих фортепіано.

У деяких фортепіано натяг струн стрибає нерівномірно від однієї ноти або групи нот до іншої, що видно, коли це будується на графіку. В інших – є плавна крива, або досить пряма лінія з кроками, або комбінація цих варіантів.

Обшивка

Виті струни поділяються на кілька типів залежно від обплетення (канителі) та керна, а також від матеріалу виготовлення обплетення (сталь, нікель).

Кругле обплетення (використовується в гітарі)

Найпростіші з кручених струн – струни з круглим у перетині обплетенням. Вони мають кругле осердя, на яке по спіралі накручується круглий дріт. Такі струни зазвичай виготовляються легко, тому вони є найдешевшими. Природно, вони мають і недоліки:

- Такі струни мають рельєфний профіль («горбки» обплітального дроту в поздовжньому перерізі струни), що викликає скрип, коли виконавець проводить пальцями вздовж струни. Цей скрип використовується в таких прийомах гри, як медіаторний слайд, пальцевий слайд тощо.
- Шорстка поверхня струн також швидше зношує накладку та ладові поріжки.
- Обплетення не прикріплене до осердя і може обертатися навколо нього, особливо якщо воно пошкоджене. Це ускладнює утримання струни пальцями, що псує загальне враження від гри.

Платке обплетення

Струни з плоским обплетенням також мають кругле осердя, але дріт, яким він обмотується, має прямокутний перетин. Завдяки щільному обмотуванню такі струни мають значно гладкіший профіль, що робить їх зручнішими для гри, вони менше ушкоджують накладку та лади і менше скриплять під пальцями. Однак виконавці часто зазначають, що звук від таких струн помітно відрізняється від звуку струн з круглим обплетенням і є менш яскравим. Струни з плоскою канителлю також зазвичай дорожчі, ніж з круглим.

Напівкругле обплетення, поліроване обплетення, пресоване обплетення

Напівкругле обплетення – це гібрид круглого та плоского обплетення, що поєднує звукові характеристики круглого обплетення з відчуттям плоского. Струни з таким обплетенням зазвичай виготовляються шляхом накручування круглого дроту на осердя з подальшим поліруванням або пресуванням зовнішнього боку дроту до майже плоского стану.

Слід зауважити, що в процесі полірування знімається майже половина маси дроту, тому для компенсації виробники повинні використовувати дріт великого калібру. Товстіший дріт робить звук скрипу від пальців нижчим.

Залежно від обробки звуку це може бути як перевагою (скрип стає менш вираженим і маскується музикою), так і недоліком (високочастотний скрип легше виявити та відфільтрувати під час запису). Останнє є важливим, коли скрип небажаний. Зазвичай він є невіддільною частиною звучання гітари.

Гексагональне обплетення (використовується для фортепіано)

Струни з гексагональним обплетенням складаються з шестикутного в перетині керна, на який туго намотано дріт (зазвичай круглий), який повторює форму керна. Це розв'язує проблему обертання обплетення навколо осердя, так що воно не обертається і не вислизає з-під пальців. Деякі стверджують, що шестигранне осердя покращує звук завдяки тіснішому зв'язку між ним і обплетенням. Недолік – гострі ребра струни менш зручні для пальців і швидше зношують накладку та ладові поріжки. Шестигранні струни найчастіше використовуються на басових інструментах (таких як бас-гітара).

Заміна обірваних струн

Роботу починають з видалення старої, обірваної або фальшиво звучної струни. Обривок струни витягують плоскогубцями з-під каподастрової плівки або з аграфа і обертають навколо вірбеля за годинниковою стрілкою, поки не знімуть повністю з вірбеля. Якщо обірвана струна була надягнута на штифт рами індивідуальною кінцевою петлею, це зазвичай ускладнює її зняття зі штифта через самозатягування петлі та можливе утворення іржі. У таких випадках обривок струни обертають вправо-вліво на штифті, а петлю чіпляють викруткою і віджимають вгору, знімаючи зі штифта. Обривок струни вимірюють мікрометром. Обірвану струну потрібно замінити дротом того самого діаметра. Якщо обірвана струна відсутня, можна встановити її діаметр, вимірявши мікрометром сусідні струни (справа та зліва). При цьому слід врахувати, що досить часто в інструментах трапляються струни, що не відповідають даній мензурі, тобто вони товщі або значно тонші. У першому випадку, коли маса струн перевищує розрахункову, струни дають грубе, жорстке звучання і, що найнеприємніше, швидко обриваються. Другий вид порушення – установка тонших струн, ніж передбачено даною мензурою, дає фальшиве звучання: воно більш рідке, слабке, не гармонійне зі старими струнами.

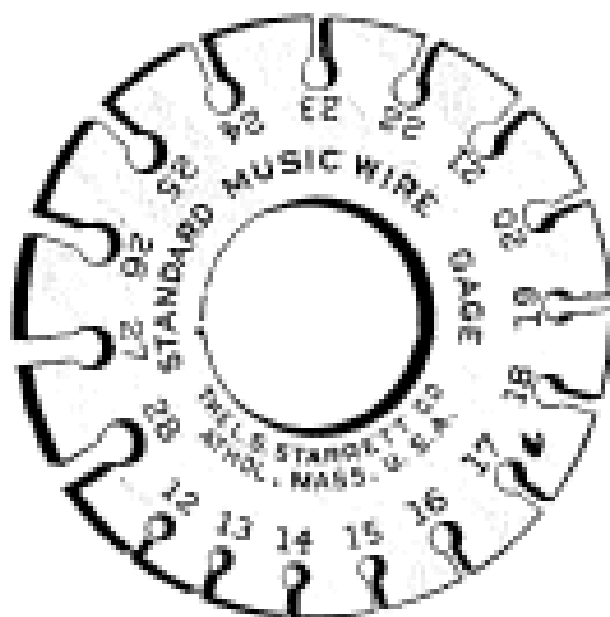


Рис. 35. Шаблон для струн рояля

Це слід враховувати при заміні струн.

При відсутності потрібного номера дроту можна поставити струну тільки більш товстішу від розрахункових даних мензури.

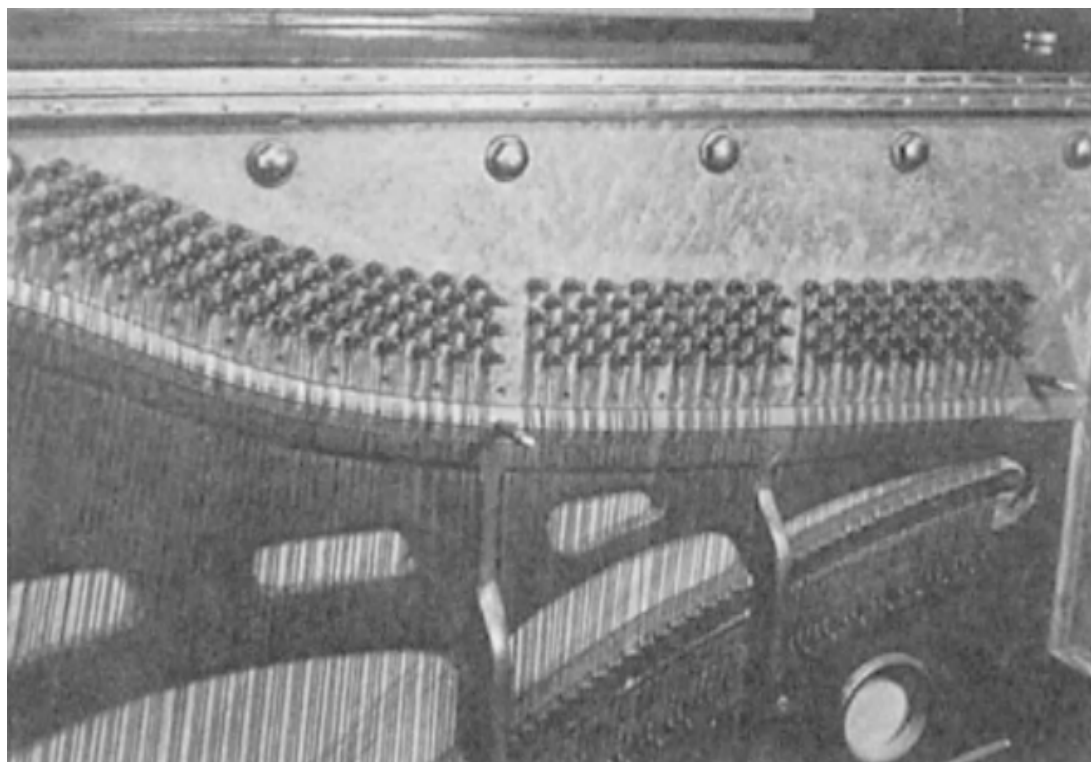


Рис. 36. Вертикальне фортепіано зі знятою прижимною планкою і ослабленими високими струнами

В ремонтній практиці, коли важко розподілити номери струн по діапазону, на допомогу може прийти правило старих фабричних струнних майстрів, що вказують розподіл номерів дроту на штегах; це полегшує задачу відновлення струнної обшивки. Але в наш час ця традиція забута, і такого орієнтира вже немає. У цьому випадку рішення може бути знайдене тільки через самостійний розрахунок номерів струн по хорах на штегових штифтах або вірбелях. Підрахунок ведуть від крайнього 88-го або 85-го струнного хору вліво.

Зазвичай номери струн розподіляються так:

№ 13 – 4 хори

№ 13 1/2 – 6 хорів

№ 14 – 6 хорів

№ 14 1/2 – 6 хорів і т. д. по 6 хорів до номера 18 1/2.

Наступні номери вже поширюються тільки на 4 хори, і теноровий регістр закінчується номерами 20, 21 по 2 хори на кожен номер. Слід зазначити, що в сучасних інструментах для забезпечення більшої щільності, гучності звуку мензури починаються зазвичай від номера 13 1/2 (0,800 мм), встановлюючи їх по 6 хорів; подальший розподіл залишатиметься таким, як описано вище.

Розглянемо інші елементи струнної обшивки. Каподастрові планки при заміні одиничних струн або окремих груп струн не відкручують, залишаючи їх на місці. Вірбелі, які щільно сидять у деревині вірбельбанка, тобто тримають стрій, не слід викручувати повністю. Таке викручування супроводжується коливанням, виникає сильне сплюснення та зношування деревини в гніздах. Посадка вірбелів ослаблюється, що значно погіршує стабільність строю. Для установки нових струн достатньо повернути вірбелі ключем проти годинникової стрілки на 3–4 повних оберти, встановивши отвір струни так, щоб було зручно вдягнути кінець струни.

В сучасних фортепіано і роялях використовуються лише подвійні струни, що являють собою один шматок дроту, обгорнутий навколо штифта на рамі, а потім розділяється на дві струни, кожна з яких кріпиться на окремому вірбелі. Така конструкція дає значну економію струни (вона не витрачається на утворення кінцевих петель, близько 60 мм на струну) і потребує меншої витрати часу на монтажні роботи. Але в цій системі є і мінус – при розриві однієї струни зупиняється друга. Якщо обидві струни належать до одного хору, то різко падає сила звучання, оскільки в роботі залишається лише одна струна. Проте практичні переваги подвійних струн настільки переважають над ризиком втрати звучання, що зазвичай цю проблему ігнорують.

Заміна струн з індивідуальними кінцевими петлями

У старих роялях і частково фортепіано (випущених на початку XX століття) зустрічається система індивідуального закріплення струн кінцевою петлею, надітою на окремий штифт рами. Зараз ця тенденція збереження повноцінної звучності навіть шляхом економії знаходить місце лише в концертних роялях.

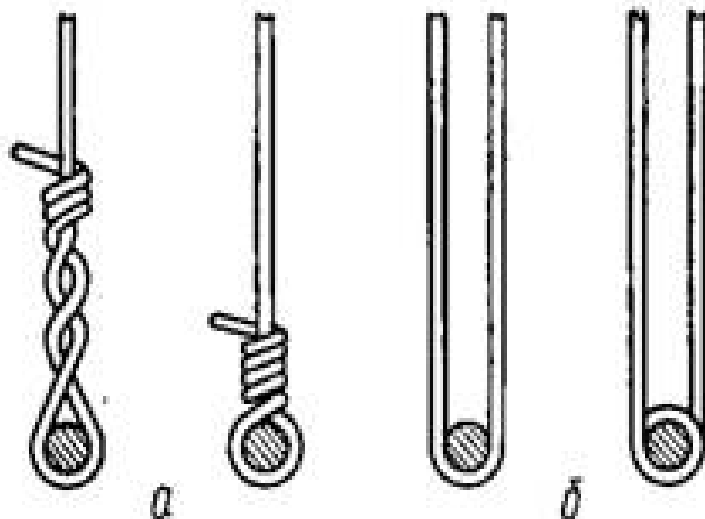


Рис. 37. Способи закріплення струн на рамі фортепіано:

а) Індивідуальною петлею б) Обвивання штифта парною струною

Установку нових подвійних струн починають з відмотування від мотка дроту потрібного номера, заготівлі розміром, приблизно рівним довжині двох струн. Кінець дроту продівають спочатку через струнний штабик під каподастрову планку, а потім у вірбельний отвір так, щоб з іншого боку вийшов кінчик довжиною 0,5 см. У цей момент вірбель обертають Т-подібним ключем за годинниковою стрілкою, стежачи, щоб дріт намотувався на вірбель щільними витками. Зазвичай роблять три витки, потім дріт протягують по ходу майбутньої струни, обгортають пару штегових штифтів, далі обгортають рамний штифт і ведуть назад по ходу другої струни, також охоплюючи її штегові штифти; дріт протягують до другого вірбеля і, відмірявши від нього 7–7,5 см, обрізаємо кусачками. Залишилося повторити процедуру закріплення: продіти цей кінець під каподастрову планку, вдягти в вірбель і, обертаючи його ключем, утворити кільця.

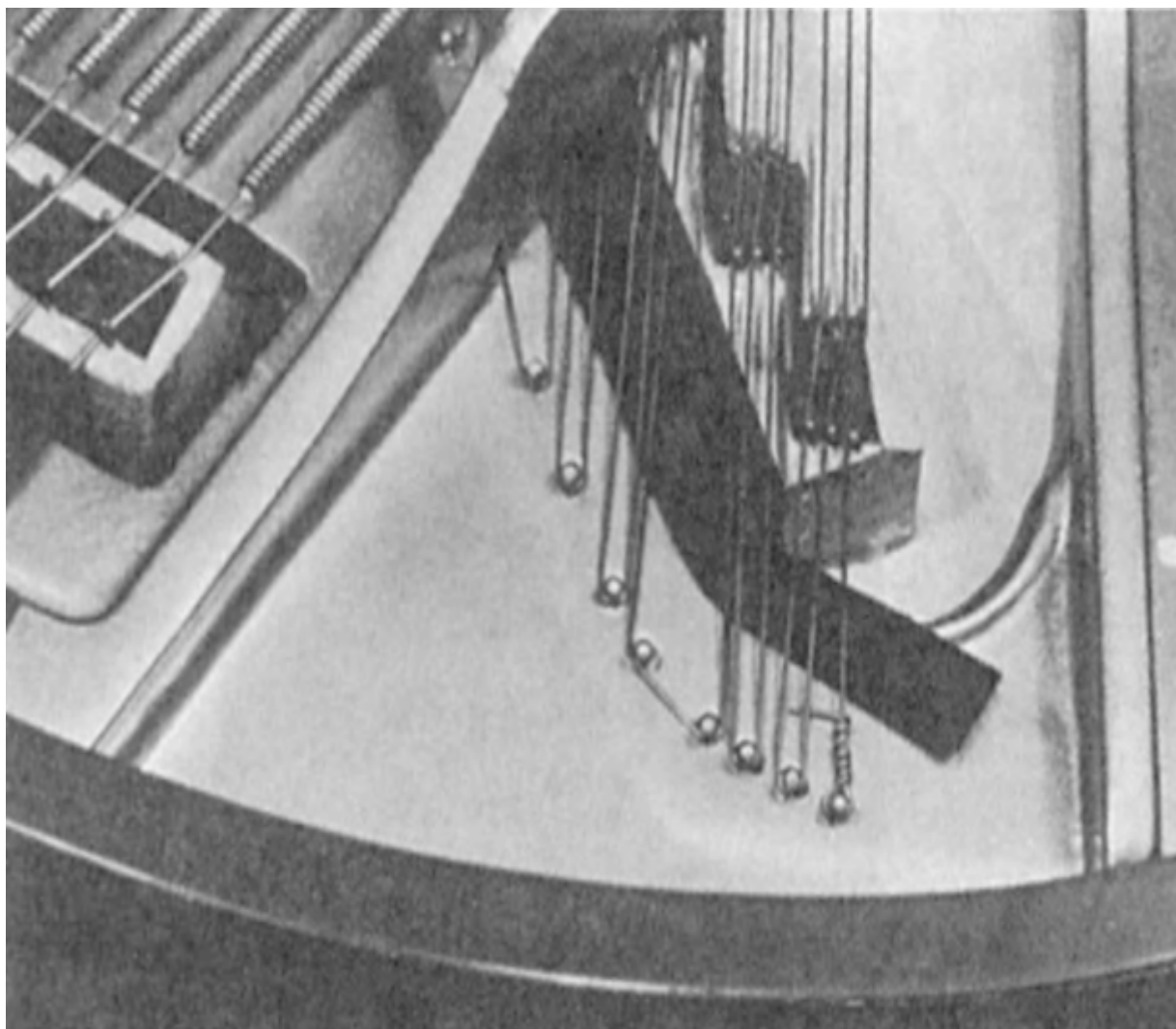


Рис. 38. Вид закріплення струн

Коли обидві струни встановлені, потрібно стиснути кільця на вірбелях. Для цього, трохи ослабивши натяг струни ключем, кільця підіймають спеціальним сталевим гачком або звичайною викруткою, натискаючи на нижнє кільце і притискаючи їх до верхнього півкільця, потім натягують струну остаточно. Кінцеву петлю струни на рамному штифті осаджують щільно до поверхні пластини ударами молотка по наставленій зверху викрутці.

Дуже важливо для стабільності строю перевірити щільність прилягання верхнього півкільця струни до вірбеля. Якщо куток згину півкільця відстає від поверхні вірбеля, його треба притиснути плоскогубцями або викруткою. Після цього струни налаштовують трохи вище рівня даного тону, розраховуючи на те, що матеріал струн деякий час буде розтягуватися. Монтаж струн з індивідуальними петлями ведеться в тій самій послідовності, за винятком техніки скручування кінцевих петель. Відмотавши шматок дроту на одну струну, роблять припуск для утворення петлі. Її можна зробити на самому штифті рами, а якщо

робота виконується в майстернях, використовують спеціальний сталевий гачок, зігнутий з штифта діаметром 3,5 мм і вбитий у шматок міцної деревини. Залишаючи кінець довжиною близько 60 мм, дріт вручну обгортають навколо штифта і обмотують навколо струни 3–4 оборотами щільними витками.

Для запобігання саморозкручуванню петлі припуск обрізається гострогубцями з розрахунком, щоб залишався кінець довжиною до 4 мм, що спирається на поверхню рами. У старовинних інструментах часто погано тримається стрій через надмірне усихання і навіть пересихання деревини або значну деформацію вірбельбанка, що проявляється у зминанні волокон. В таких інструментах зазвичай використовували тонкі вірбелі діаметром 6,5–6,75 мм. Якщо огляд не виявив руйнувань деревини (тріщин, розшарувань), відновити тримання строю можна заміною цих вірбелів на нові, діаметром 7–7,10 мм, а при дуже сильному зминанні отворів (до явної еліптичності) допускається заміна вірбелями граничної товщини 7,4–7,5 мм. Якщо й такі масивні вірбелі не тримають стрій, вірбельбанк потрібно замінити.

Вірбелі замінюють наступним чином: спустивши ключем струну, її кінець витягують з вірбеля за допомогою шила, потім викручують повністю і виймають з гнізда. Після цього мікрометром вимірюють його діаметр, а лінійкою довжину; одночасно вимірюють і глибину гнізда в вірбельбанку. У старовинних інструментах використовували короткі вірбелі довжиною 50 мм і, відповідно, дрібно свердлили отвори в вірбельбанках. Зараз ставлять тільки довгі вірбелі (60–65 мм), які не можна встановити в неглибокі отвори, в такому випадку спроба силою вбити довгі вірбелі призведе до аварії – розколювання вірбельбанка. Необхідно углибити отвір дрилем, діаметр якого має бути на 0,5–0,7 мм менший за нові вірбелі. Глибина гнізд у вірбельбанку фортепіано має бути доведена до 50–55 мм; в роялях вірбельбанки з наскрізними гніздами доцільно свердлити наскрізь.

Новий вірбель ретельно протирають чистою тканиною, нарізну частину покривають крейдою, щоб хід вірбеля при повороті ключем був плавним, без ривків і скрипів. Кільця на вірбельній частині струни розпрямляють за допомогою викрутки та обрізається гачок на її кінці кусачками, оскільки куток на згині зазвичай уже не має міцності. Потім струну звичайним способом закріплюють на вірбелі, який після цього вбивають у гніздо за допомогою молотка та оправки. Глибина запресування вірбеля повинна бути розрахована так, щоб після стиснення струнних кілець і нормального натягу струни від поверхні вірбельбанку до нижнього кільця струни залишався просвіт 3–4 мм.

Схеми натягування струн

У дискантовій частині більшості фортепіано кожен відрізок струн починається з одного вірбеля, огинає шпильку-упор і повертається до наступного вірбеля, таким чином утворюючи дві «струни» з одного відрізка дроту. Як зазначено вище, кожна група струн, що утворюють одну ноту, є унісоном.

Оскільки кожен дискантовий унісон складається з трьох струн, а кожен відрізок дроту утворює дві струни, потрібно три повні відрізки дроту, щоб утворити два унісони, тобто дві ноти. Ця схема працює, якщо в кожному дискантовому регістрі є парна кількість унісонів. Якщо ж у певному регістрі фортепіано кількість трьохструнних унісонів є непарною, то останній відрізок дроту, який утворює лише одну струну, прив'язується до своєї шпильки-упора. Це часто трапляється поряд із середнім дискантовим ребром жорсткості металевої рами.

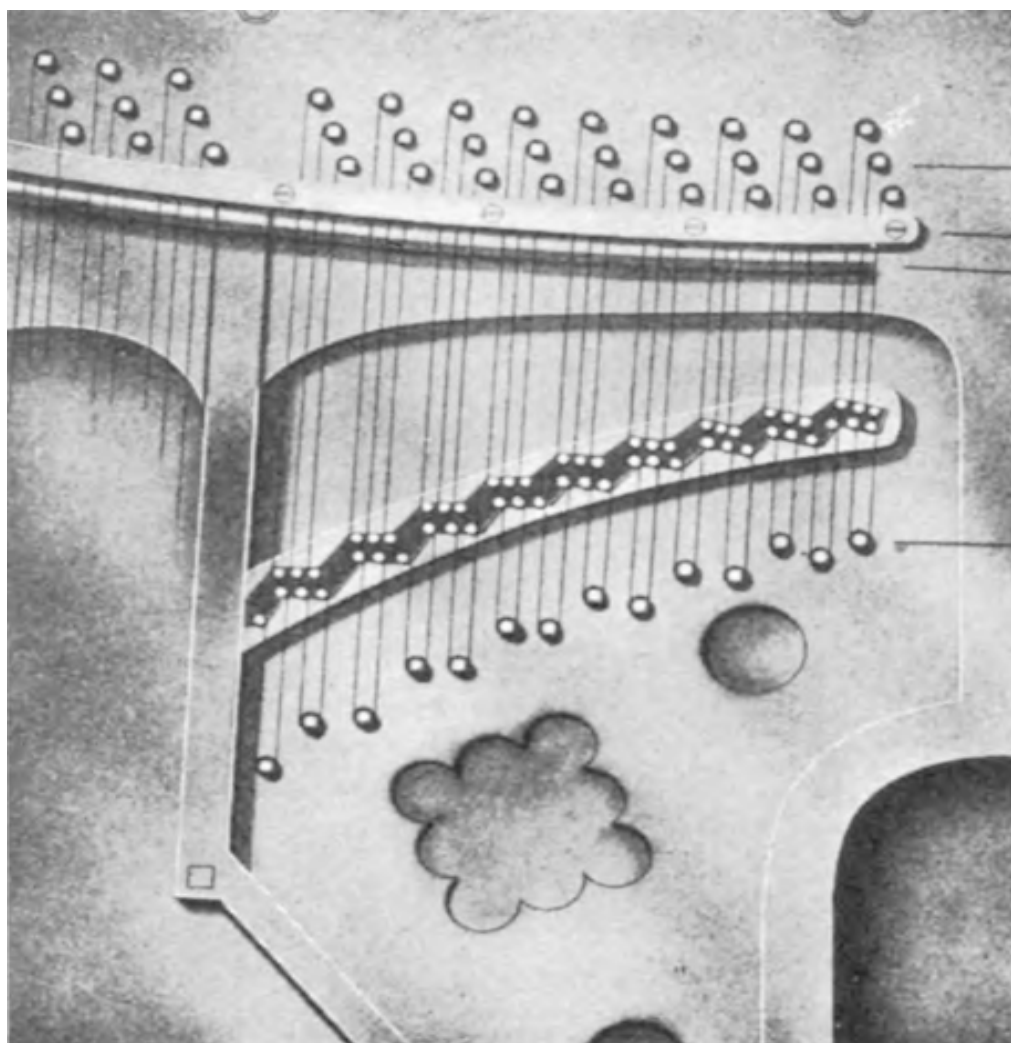


Рис. 39. Дискантовий регістр. Схема натягування струн

У багатьох фортепіано використовуються складніші схеми натягування струн: деякі дискантові струни охоплюють дві шпильки-упори, деякі – лише одну, а інші закріплюються окремо для зручнішого розташування. В окремих інструментах дві зовнішні струни кожного унісону утворюються одним суцільним відрізком струни, що огинає велику шпильку-упор, тоді як центральна струна прив'язується до звичайної шпильки-упора, розташованої трохи ближче до середини. В інших фортепіано для кожного вірбеля передбачена окрема струна та шпилька-упор, а кожна дискантова струна закріплюється окремо.

Кожна обмотана струна має власну заводську петлю та індивідуальну шпильку-упор. Може здатися, що окреме закріплення кожної дискантової струни – це хороша ідея, оскільки воно повинно усунути будь-яке прослизання дроту навколо шпильок-упорів під час настроювання. Однак насправді зміни натягу струн під час точного настроювання настільки незначні, що тертя між дротом і шпилькою-упором утримує струну від суттєвого прослизання. Окремо закріплені дискантові струни мають одну перевагу: якщо одна струна порветься, дві інші в унісоні залишаться цілими.

Багато високоякісних фортепіано мають дуплексну систему натягування струн, або просто **дуплексний стрій**. Замість того щоб заглушувати непрацюючі сегменти струн на одному або обох кінцях за допомогою шнурів чи підструнної тканини, виробники залишають їх відкритими, щоб вони могли резонувати співзвучно, додаючи яскравості тембру.

Сегменти дуплексних струн, розташовані ближче до вірбелів, називаються **переднім дуплексом**, а ті, що знаходяться біля шпильок-упорів, – **заднім дуплексом** або **алікотними сегментами**. У деяких фортепіано в рамі передбачені регульовані планки або пластини, які називаються **алікотними планками**.

Дуже рідко зустрічається конструкція, відома як **алікотне натягування**. Вона передбачає наявність додаткових струн, які можна настроювати, але які розташовані вище за основні струни та не вдаряються молоточками. Вони резонують співзвучно з основними струнами, що, як вважається, покращує тембр інструмента.

Деякі типи повсті та тканини можуть додавати естетики та функціональності струнам і металевій рамі фортепіано. **Підструнна тканина** або **підструнна повсть** на рамі діє як прокладка для ділянок струн що не працюють, запобігаючи їхньому вібруванню та контакту з рамою. **Шнури для натягування**, які вплітаються між сегментами струн що не працюють, запобігають їхньому резонуванню.

Деякі виробники використовують невеликі повстяні шайби, відомі як **прокладки шпильок-упорів**, які розміщуються під струнами на шпильках-упорах. Вони можуть трохи змінювати тиск струн на вірбельбанк та слугувати декоративним елементом, роблячи інструмент більш яскравим на вигляд.

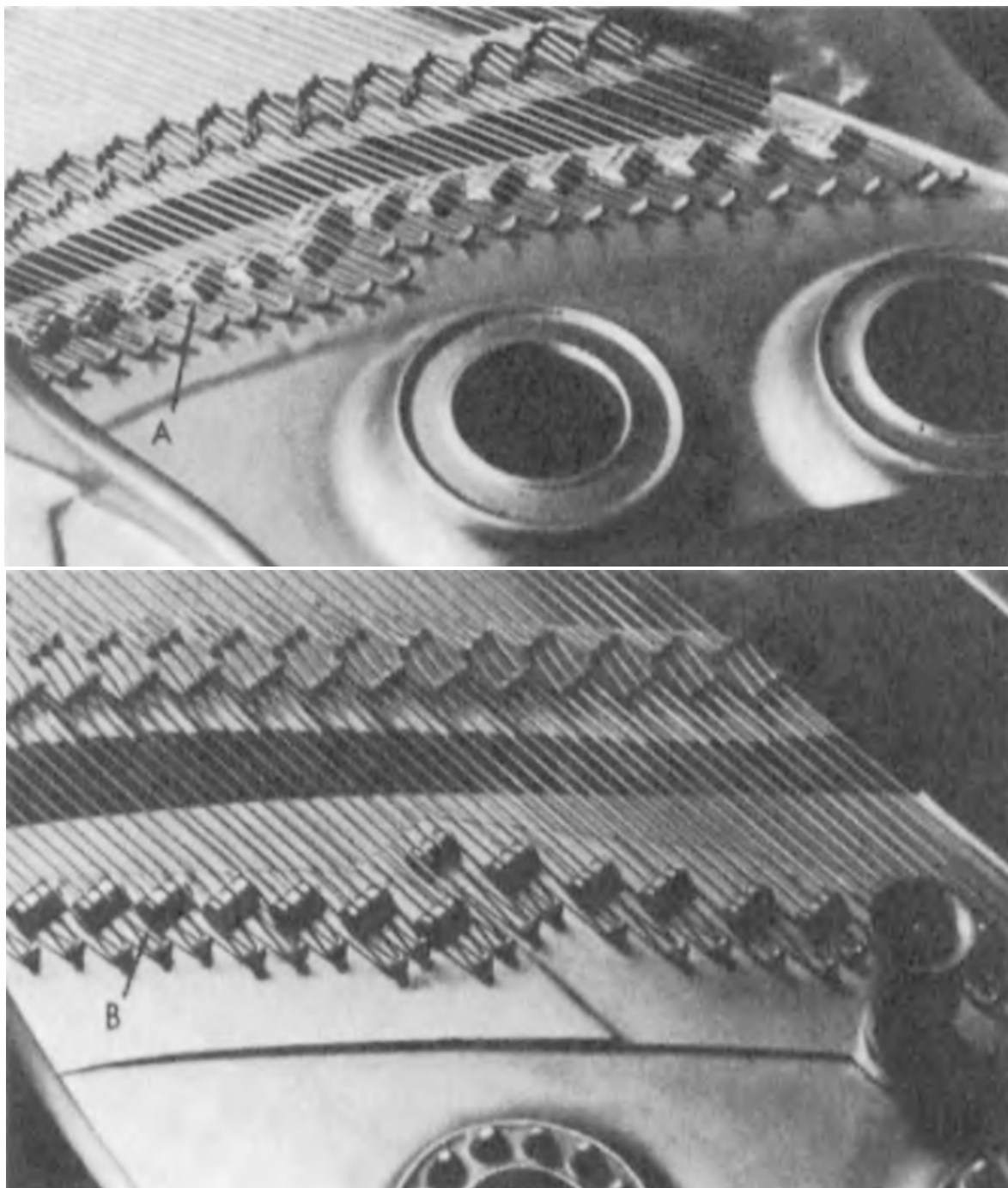


Рис. 40. Два типи задніх дуплексних строїв, що ілюструють **алікотні пластини Steinway (A)** та **алікотні планки Mason & Hamlin (B)**

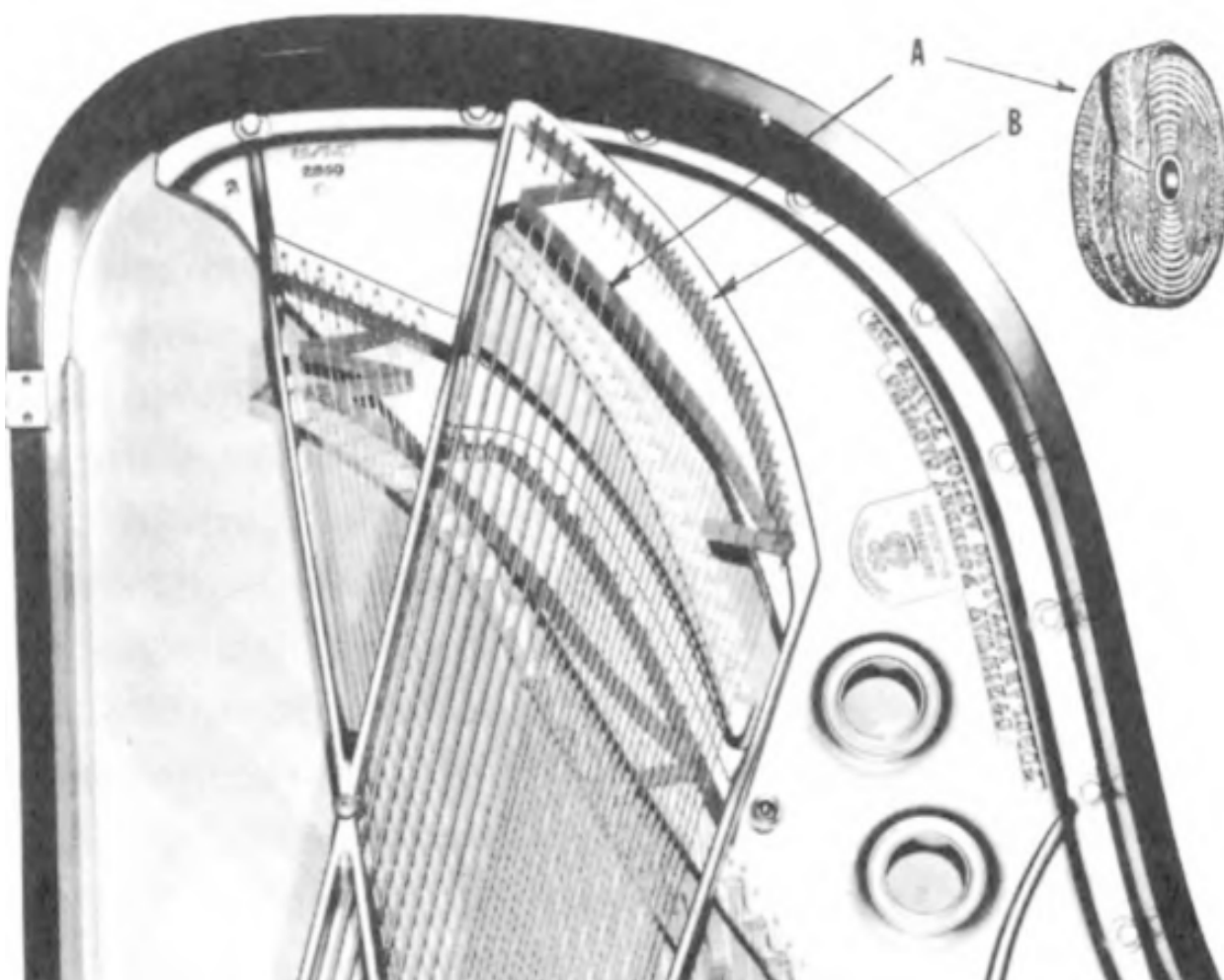


Рис. 41. Шнур для натягування струн (А) та підструнна повсть (В)

Додаткова та використана література

1. Carl-Johan Fors Piano and Grand Piano Repair Yrkesopplaering ans Publishing House, Oslo, Norway 1998
2. Reblitz, Arthur (1993), Piano Servicing, Tuning, and Rebuilding (вид. 2nd), Vestal Press
3. Regulation and Repair Piano and Player Mechanism together with Tuning as Science and Art Edward Lyman Bill, Publisher Madison Avenue, New York 1909
4. The Craft of Piano Tuning BY Daniel Levitan, THE SOUNDBOARD PRESS, NEW YORK.

Лекція 7. Клавiатура. Клавiатурна рама

Клавiатурна рама складається з кількох великих дошок, склеєних між собою. Її ширшава конструкція допомагає зберігати рівну поверхню, попри зміни вологості та температури. Якби клавiатурна рама деформувалася, це призвело б до зміни положення деталей механіки, що порушило б точне регулювання, необхідне для її належної роботи.

У вертикальних фортепіано клавiатурна рама кріпиться до бічних опор корпусу трьома або чотирма великими гвинтами з кожного боку, а один-два менших гвинти фіксують задній край до опор, вбудованих у металеву раму інструмента. У роялях клавiатурна рама прикріплена до нижньої частини корпусу кількома великими гвинтами, а іноді й клеєм.

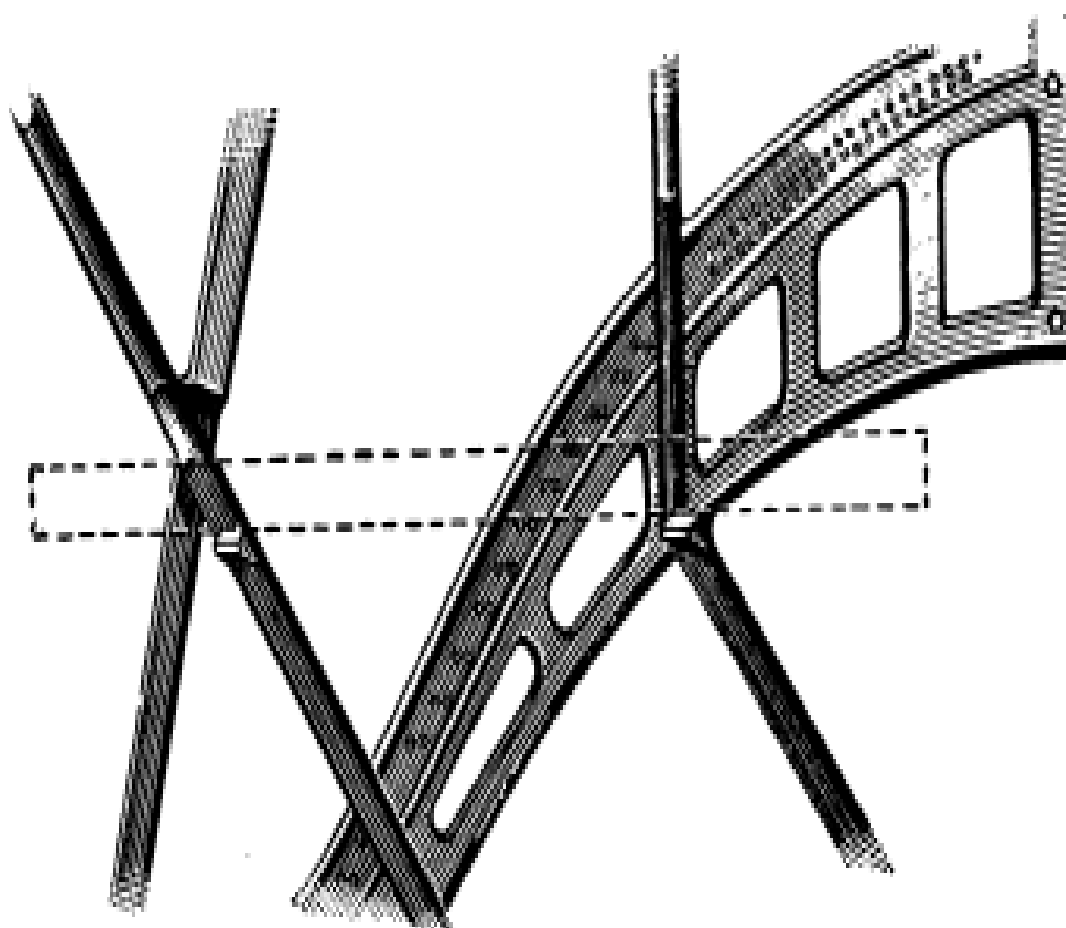


Рис. 42. Пунктирні лінії показують, як клавiатурна рама вертикального фортепіано спирається на виступи, виливані в металеву раму

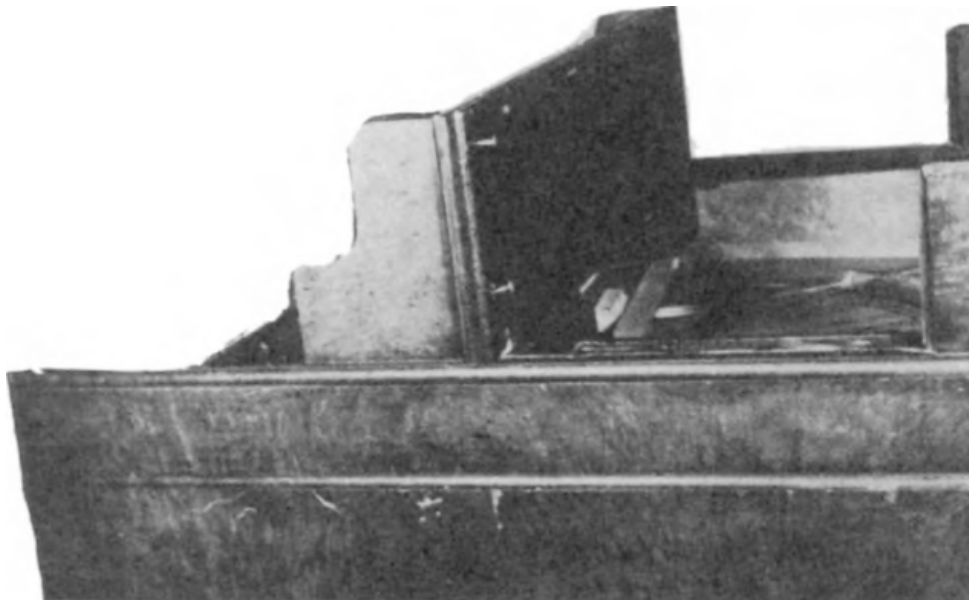


Рис. 43. Вид знизу клавіатурної рами вертикального фортепіано, яке лежить на спині

Каркас клавів

Каркас клавів розташовується на клавіатурній рамі та утримує клавів (а також механіку у роялях) на місці. Зазвичай він складається з трьох довгих рейок, що проходять від одного боку фортепіано до іншого:

- **Задня рейка** підтримує задні кінці клавів у стані спокою.
- **Балансна рейка** слугує точкою опори або шарніром для клавів.
- **Передня рейка** підтримує передні кінці клавів під час гри.

Кілька поперечних планок, що йдуть від передньої до задньої частини, з'єднують ці рейки, дозволяючи знімати каркас клавів із фортепіано як єдину деталь.

У більшості роялів каркас клавів просто лежить на клавіатурній рамі та не прикручується, що дає змогу м'якій педалі **уна корда** зміщувати весь каркас клавів і механіку вбік, щоб молоточки вдарили лише по двох струнах із трьох. Нижня частина каркаса клавів у роялях має **регульовані напрямні**, які мінімізують тертя між каркасом і клавіатурною рамою під час бокового зміщення.

У кожному передньому куті каркаса клавів є штифт, що виступає вбік і утримується на місці **пластинкою або брусом із прорізом**, закріпленим на клавівному блоці або під ним. Ця пластина або брусок щільно притискає каркас клавів до клавіатурної рами, але водночас дозволяє йому рухатися вбік. Деякі недорогі роялі та більшість механічних роялів (без педалі **уна корда**) мають каркас клавів, жорстко прикручений до клавіатурної рами.

Каркас клавіш у вертикальному фортепіано кріпиться до клавіатурної рами за допомогою гвинтів із плоскою головкою. Висоту балансної рейки можна регулювати, вставляючи між нею та поперечними планками прокладки з паперу або шпону. Деякі каркаси клавіш у вертикальних фортепіано також мають регульовальні гвинти для точного налаштування висоти балансної рейки.

Каркас клавіш має два типи штифтів, які утримують клавіші в потрібному положенні:

- **Балансні штифти**
- **Передні штифти**

Ці гладкі, без різьби, нікельовані сталеві або цільнолиті латунні штифти щільно вставлені у відповідні отвори в каркасі клавіш.

Балансні штифти мають круглий поперечний переріз і проходять через клавішу.

Передні штифти коротші, мають овальний поперечний переріз і заглиблюються лише в передню частину клавіш і не проходять наскрізь. Вони допомагають зберігати рівномірну відстань між клавішами, якщо ті не деформувалися.

Кожен балансний штифт має **повстяну (шерстяну, фетрову) прокладку балансної рейки**, на якій клавіша спирається в точці обертання. Під повстю знаходяться **паперові або картонні прокладки** різної товщини, що дозволяють регулювати висоту клавіш, роблячи їх абсолютно рівними.

Кожен передній штифт має **повстяну передню прокладку**, яка амортизує клавішу при натисканні. Під нею також можуть бути **паперові або картонні прокладки**, що визначають глибину натискання клавіші – від положення спокою до повного занурення.

Задня рейка має **смугу задньої рейкової повсті**, яка фактично є щільно витканою повстю, приклеєною до рейки. Вона слугує амортизатором для задніх кінців клавіш у стані спокою.

Сучасні фортепіано Steinway замість традиційних балансних прокладок використовують невеликі **півкруглі дерев'яні деталі, покриті тонкою тканиною механізму**, які називаються **опорні підкладки балансної рейки**. Паперові прокладки під цими підкладками регулюють точну висоту клавіш. Steinway називає цю систему, разом із системою балансування клавіш, **«прискореною механікою» (accelerated action)**.

Різноманітні повстяні смужки та прокладки, використані в каркасі клавіш, клавішах та механіці, забезпечують чіткі точки опори, спокою та обмеження руху. Вони також запобігають появі клацань або стуку при контакті дерев'яних деталей між собою.

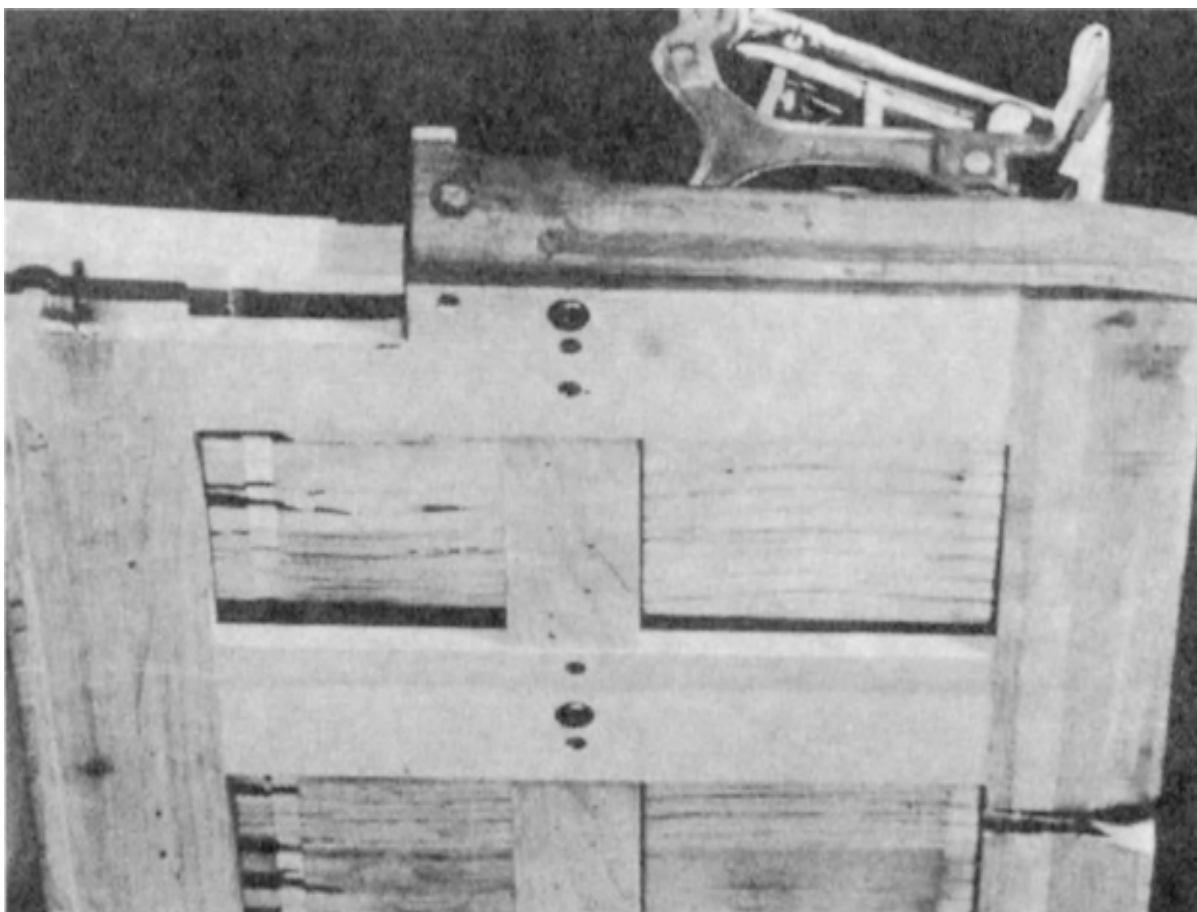


Рис. 44. Вид каркасу клавiш рояля **Cable**, погляд знизу, де видно регульованi напрямнi пiд балансною рейкою та штифт для фiксацiї з одного кiнця передньої рейки. Темна зона на заднiй рейцi оточує вирiз, де важiль **уна корда** задiймається для бокового перемiщення каркаса клавiш та механiки



qr-code 10. Зд модель клавiатурної рами

Клавіші. Будова механізму



qr-code 11. 3д модель клавіші фортепіано

Для виготовлення клавіатури виробник клеїть разом кілька дошок з цукрової сосни з прямим волокном, а потім ріже цей брусок на вісімдесят вісім окремих клавіш. Цукрова сосна досить міцна, щоб витримувати інтенсивне використання, стабільна щодо зміни вологості та досить легка, щоб не мати значної інерції, що дозволяє швидке повторне натискання.

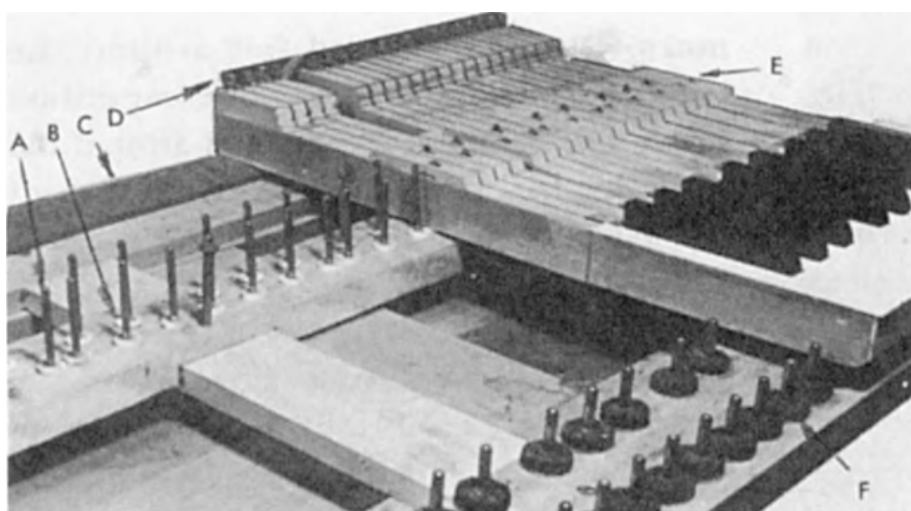


Рис. 45. Деталі клавішної рами та клавіш:

(А) штифт балансної рейки, (В) тканинна накладка балансної рейки, (С) тканина на задній рейці, (D) гвинт капстану, (Е) кнопка клавіші, (F) тканинна накладка передньої рейки

Білі клавіші в старих інструментах мають накладки з слонової кістки, а в новіших – пластику. Торець для чорних клавіш (дієзи) виконуються з ебенового дерева або іншого твердого дерева, пофарбованого в чорний колір, або також з пластику.

Слонова кістка завжди вважалася ідеальним покриттям для білих клавіш, оскільки вона є дещо пористою, що надає їй інші відчуття на дотик у порівнянні з пластиком. Наразі імпорту слонової кістки є незаконним через

скорочення світової популяції слонів та жорстоке вбивство їх браконсь-рами. Доступні кілька варіантів пластикових накладок, і з розвитком нових замінників слонової кістки, компанії з постачання пропонують їх на продаж.

Кожна клавіша має два отвори з тканиною-бушами, по одному для кожного напрямного штифта. Отвір для балансної рейки має такий самий діаметр, як і штифт, тільки в нижній частині клавіші. Інша частина отвору є більша, що дозволяє клавіші обертатися без залипання. Вгорі кожної клавіші у фортепіано високої якості приклеєна дерев'яна кнопка, що покриває точку балансу. Кнопка має точно сформований прямокутний отвір з тканиною-бушою, що підвищує стабільність руху клавіші. Отвір для переднього штифта, що знаходиться в передній частині знизу клавіші, також має точну прямокутну форму та щільну тканинну обробку, що дозволяє клавіші рухатись вгору та вниз без залипання або стуку. Боки передніх штифтів плоскі, щоб контактувати з більшою площею тканини-буші, що розподіляє зношування на більшу поверхню.

У дешевих фортепіано іноді відсутні кнопки, а буші для балансної рейки клеяться у прорізи в верхній частині клавіші. Відсутність кнопок може зробити клавіші м'якими, оскільки вони мають більшу схильність до бокового руху, особливо після зношення або ущільнення їх обробки.

Задня частина кожної клавіші зазвичай має капстан-гвинт або капстан або більш звична назва – пілот, що є контактною точкою між клавішею і механікою. Капстан має м'яко округлену, поліровану головку, щоб мінімізувати тертя між клавішею та механікою, а також отвори або квадратні боки для використання спеціального ключа для налаштування. Найкращі капстани виготовляються з твердої латуні, яка залишається гладкою, оскільки не іржавіє; менш дорогі капстани виготовляються зі сталі з латунним покриттям. Коли покриття зношене, сталева основа відкривається для контакту з тканиною на частині механіки, що призводить до утворення западин на капстані.

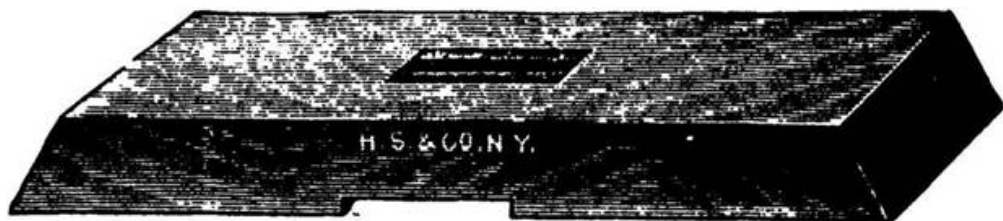


Рис. 45.1. Клавішна кнопка (капсюль)

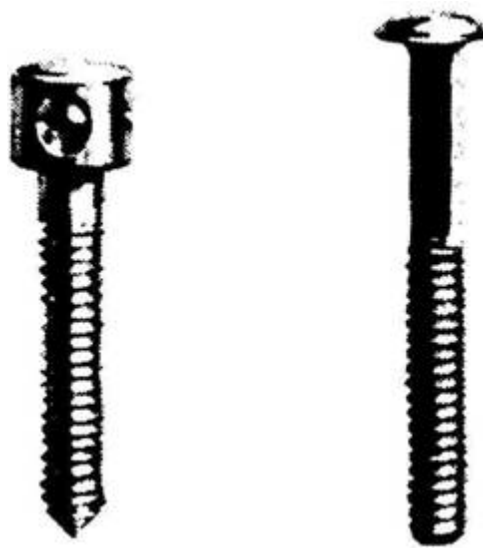


Рис. 45.2. Два види капстанів (пілотів)

Чищення клавiш

Очистити дерев'яні частини клавiш можна, видуваючи бруд стисненим повітрям. Якщо фортепіано перебувало в дуже вологому середовищі, що призвело до потемніння дерева і утворення шару бруду на поверхні, використовуйте ніж або шкребок, щоб зняти бруд до того, як дерево стане чистішим. Будьте обережні, щоб не зняти значну кількість дерева – **лише бруд з поверхні**. Більшість старих клавiш фортепіано мають товстий шар жирного бруду вздовж верхнього краю боків від багаторічного використання. Видалення цього бруду значно покращує вигляд клавiш, коли ви граєте на сусідніх.

Очистіть білі клавiші, енергійно протираючи їх вологим ганчір'ям, а потім – чорні клавiші. Будьте обережні, щоб не змити оригінальну чорну фарбу, що перебуває під багаторічним жиром та брудом, які зазвичай покривають її.

Щоб ретельно очистити клавiші рояля, зніміть механізм з клавiшної рами, відкрутивши гвинти з ніжок кронштейнів механізму. Не загубіть та не сплутайте гвинти, оскільки в багатьох фортепіано є два різних розміри для переднього та заднього рядів. Також звертайте увагу на прокладки під ніжками кронштейнів і теж не загубіть їх та не сплутайте.

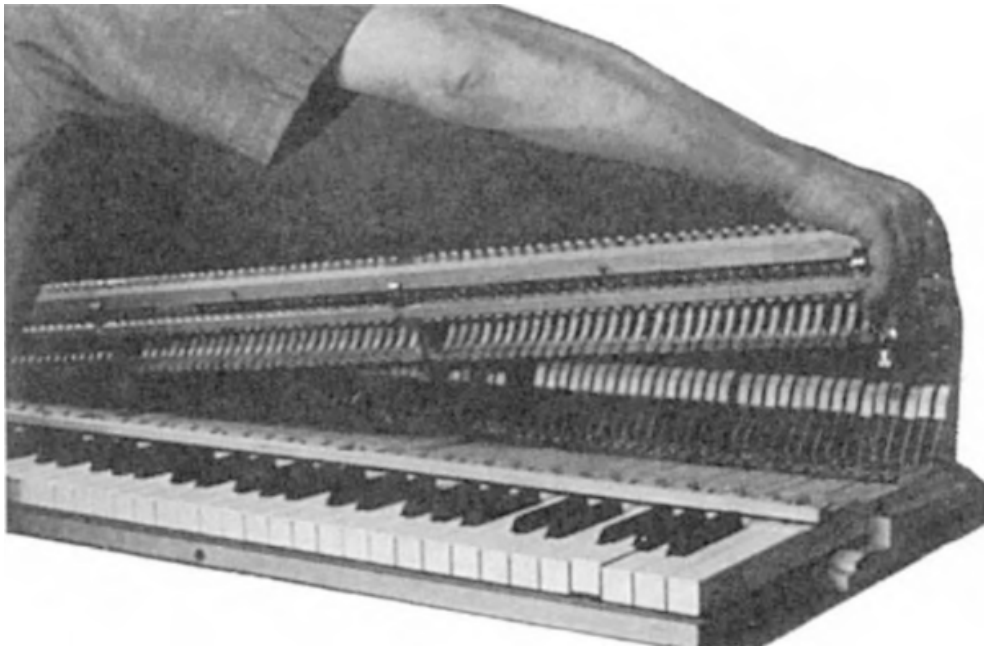


Рис. 46. Зняття механізму рояля з клавійної рами після демонтажу гвинтів кронштейнів механізму

Перестановка клавів та механізму

Встановіть очищені клавівші на клавійну раму, тримаючи кожен клавівшу в правильному положення та даючи їй плавно впасти на балансувальний штифт. Не намагайтеся встановлювати їх, натискаючи на клавівші та вводячи їх вперед-назад по балансувальних штифтах, щоб знайти отвори, оскільки це може пошкодити дерево навколо отворів в нижній частині клавівш. Як тільки ви опануєте техніку правильного встановлення клавівш, ви зможете ставити групи з чотирьох або п'яти клавівш одночасно, не пошкоджуючи їх. У роялі, якщо ви розбирали механізм, прикріпіть його до клавійної рами знову.

Щоб повернути на місце механізм у вертикальному фортепіано, виконайте процедуру в зворотному порядку від тієї, що була при його демонтажі, знову уважно стежачи за тим, щоб демпфери не торкались верхніх гвинтів кронштейнів механізму, і щоб кронштейни правильно лягли на нижні кулькові гвинти, а нижні кінці капстанів знаходились на відповідних місцях. Якщо який-небудь зі капстанів застрягне позаду або перед фігурою під час встановлення кронштейнів механізму на нижні кулькові гвинти, ви можете зламати язички або фланці капстанів, якщо будете намагатися поставити верхню частину механізму на місце. Це особливо ймовірно, якщо будь-які шнурівки для фігури (бридл-стрепи) пошкоджені, дозволяючи фігурі опуститись нижче правильного положення.

Клавішна рама

Зіпсовані підкладки. Якщо підкладки на передній та балансній рейці, а також тканина на задній рейці знаходяться в поганому стані, замініть їх і відрегулюйте рівень клавіш.

Розхитані штифти передньої або балансної рейки. Видаліть клавіші в області розхитаних штифтів, вийміть кожен штифт, нанесіть невелику кількість епоксидного клею всередину отвору. Вставте штифт назад і вирівняйте його з сусідніми. Витріть надлишки клею. Після того, як епоксид висохне, за потреби вигніть штифт, щоб відновити правильне вирівнювання клавіші.

Потускнілі або іржаві штифти клавіші. Поліруйте штифти металевим полірувальним засобом та м'якою ганчіркою, обережно не дозволяючи засобу проникнути в дерево навколо штифта. Якщо нікелеве покриття тільки окислене, це поверне штифт до гладкої та блискучої поверхні.

Якщо покриття пошкоджене, а сталь іржавіє, цей метод забезпечить лише тимчасовий результат, і штифт слід замінити. Якщо вони все ще щільно сидять у отворах але сильно заіржавіли – замініть їх на нові такого ж розміру. Якщо вони розхитані, використовуйте штифти більшого розміру та просвердліть отвори, як потрібно, на кілька тисячних дюйма менше від розміру нових штифтів (перед тим перевірте, щоб більші штифти підходили до клавіші).

Клавіші

На верхній поверхні клавіш є маленькі цифри. Їх можна легко сплутати оскільки вони можуть виглядати однаково, наприклад: 6, 8, 9. Також цифри на клавішах можуть бути погано видними коли клавіші забруднені. Намалюйте кілька діагональних ліній-маркерів на клавіатурі перед тим, як зняти клавіші, щоб полегшити їх повернення в правильний порядок

Заклинювання або повільна робота клавіш. Натисніть на задній кінець клавіші, поруч із капстаном.

Якщо обидва кінці клавіші опускаються одночасно, клавіша зламана.

Якщо задній кінець клавіші не опускається, ймовірно, під неї потрапив сторонній предмет.

Якщо задній кінець клавіші опускається при натисканні, а передній підіймається, треба визначити, чи заклинює сама клавіша чи механізм. Для цього, тримаючи задній кінець клавіші вниз однією рукою, підніміть фігуру

(wirren) іншою, а потім відпустіть фігуру. Якщо фігура повертається в початкову позицію правильно, проблема в клавіші. Якщо фігура не опускається або повільно повертається, проблема в механізмі.

Якщо передня частина білої клавіші труться об клавішну планку – це ймовірно найпоширеніша причина повільної роботи клавіші – зніміть клавішну планку і вставте підкладки з картону або підкладок для клавішної рами перед кожним блоком клавіші, вирівнявши їх з кожним гвинтом клавішної планки, щоб утримати планку на відстані менше ніж 1/16 дюйма (або 1 мм) від передніх кінців клавіш, коли ви закріплюєте гвинти. Після визначення правильної товщини підкладок приклейте їх до рами невеликою краплею клею, щоб вони не випадали щоразу, коли хтось знімає клавішну планку. Деякі фортепіано мають маленькі гвинти з плоскими головками, розташовані на передній частині клавішної рами, які можна повертати для коригування позиції клавішної планки. Якщо ви віддаєте перевагу встановити гвинти замість картонних підкладок, просвердліть і обробіть отвори в клавішній рамі для гвинтів розміру $\frac{1}{2}$ » x #6 з плоскими головками.

Якщо клавіша блокується через суміжну клавішу, то або зламався балансний штифт, або клавіша деформована. Перевірте, чи є передня частина клавіші прямою щодо сусідніх клавіш і чи знаходиться капстан точно під фігурою. Якщо передня і задня частини клавіші нахиляються в одному напрямку, штифт деформований. Виправте це, злегка постукуючи по верху штифта долонею на викрутці, обережно не зачіпаючи саму клавішу.

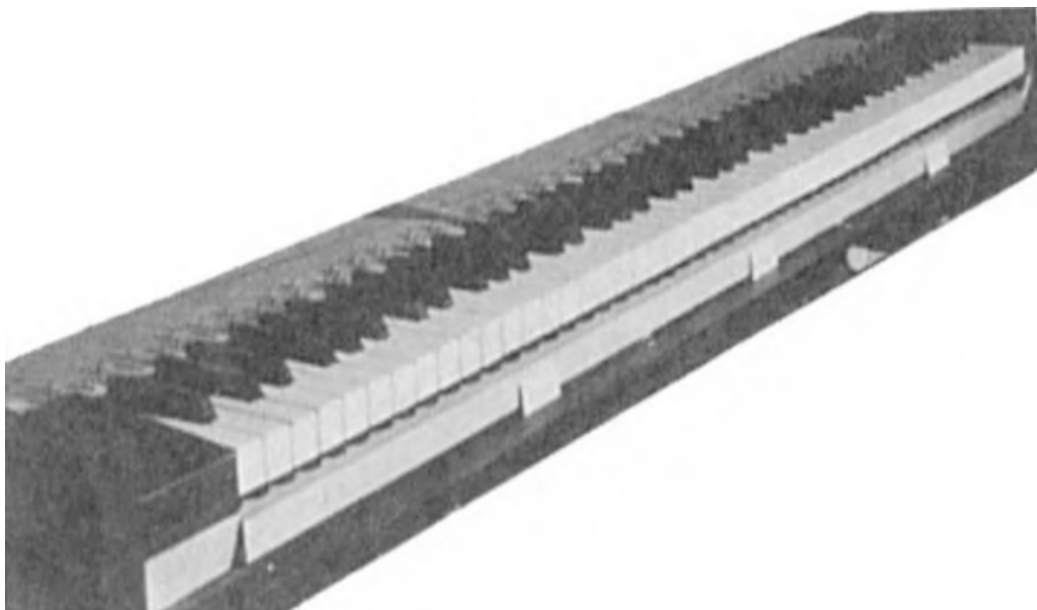


Рис. 47. Вкладання картонних підкладок між рамою клавіатури та клавішним знімним елементом, щоб запобігти тертю клавіш об знімний елемент

Якщо передня частина клавiшi нахилиється в одну сторону, а задня – в iншу, клавiша деформована або перекручена. Вигнiть балансний штифт вбiк, щоб максимально вирiвняти передню та задню частину клавiшi, а також вiдшліфуйте бiк клавiшi, якщо вони все ще труться.



Рис. 48. Плоскогубці для вирiвнювання клавiш. Щелепи залишаються паралельними, поки ви стискаєте дерево

Коригування та очищення клавiш

1. **Виправлення деформованих клавiш.** Якщо клавiша скручена або має перекос, затискайте її задні 2 дюйми мiж двома дерев'яними затискними пластинами у верстаті. Покладіть на бiк клавiшi невелику вологу тканину, і пропарюйте дерево, застосовуючи дуже гарячу праску, утримуючи тканину вологою. Чергуйте пропарювання кожного боку клавiшi, одночасно обережно повертаючи передній кiнець клавiшi iншою рукою, поки дерево не стане гнучким. Продовжуйте застосовувати легкий тиск, поки ви не зможете обережно повернути клавiшу трохи далі, нiж потрібно. Пiсля цього зніміть вологу тканину, зменшіть температуру праски і прогрiвайте клавiшу, щоб висушити дерево, одночасно продовжуючи її повертати. Коли дерево почне твердiти, воно може намагатися повернутися частково в стару деформовану позицію, тому спочатку обережно перегнiть її трохи бiльше, нiж необхідно, щоб потiм вона повернулася точно в потрібне положення. Це повiльний процес, тому не поспішайте – обережно і поступово повертайте клавiшу, щоб не зламати її. Якщо клавiша втратила кнопку або втулки, наклейте їх пiсля повного висихання деревини.

2. **Заклинювання клавiшi.** Якщо клавiша заклинюється через взаємодію з клавiшною планкою чи сусiдніми клавiшами, ймовiрно, одна або кiлька втулок не рухаються вiльно на своїх штифтах. Очистіть штифти за необхідності, і якщо клавiша все одно не рухається вiльно, акуратно притискайте її з

використанням інструментів для ослаблення втулок, що дозволяє забезпечити вільний рух клавіші без зайвого бокового коливання.

3. Перевірка отвору штифта балансної рейки. Якщо клавіша все ще повільно рухається після ослаблення втулок, отвір для балансного штифта внизу клавіші може бути занадто вузьким. Підніміть передню частину клавіші і перевірте, чи повернеться вона до балансної рейки самостійно. Якщо ні, акуратно підправте отвір для штифта балансної рейки за допомогою інструмента для коригування отворів. Вставте інструмент, щоб отримати отвір у вертикальному напрямку, не збільшуючи його від переду до задньої частини клавіші.

4. Виправлення повільного повернення клавіші на спіннетних фортепіано. Якщо клавіша не повертається до початкової позиції, перевірте, чи не блокується штифт підйомника в задньому кінці клавіші. Якщо це так, необхідно підігнути дріт у потрібне положення. У спіннетних фортепіано з вигнутими клавішами (dog leg keys) одна сторона штифта балансної рейки піддається більшому навантаженню, коли ви натискаєте клавішу. Коли втулка зношена утворюється западина, що перешкоджає нормальному поверненню клавіші. Для розв'язання цієї проблеми замініть зношені втулки.

5. Заклинена клавіша. Якщо клавіша не натискається, визначте, чи проблема в самій клавіші, чи в механізмі. Спробуйте підняти фігуру вручну. Якщо вона не підіймається, проблема в механізмі. Якщо фігура підіймається, але клавіша не натискається, то, ймовірно, клавіша заклинила або сторонній предмет потрапив під низ клавіші.

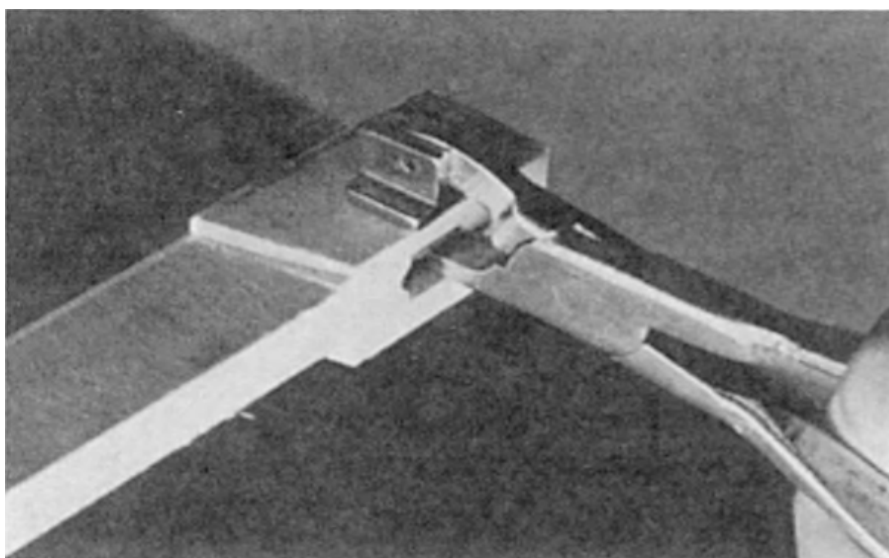


Рис. 49. Вирівнювання клавіші, стискаючи дерево з обох боків вкладиша. Будьте обережні, щоб не розширити отвір настільки, щоб клавіша почала вільно хитатися або стукати

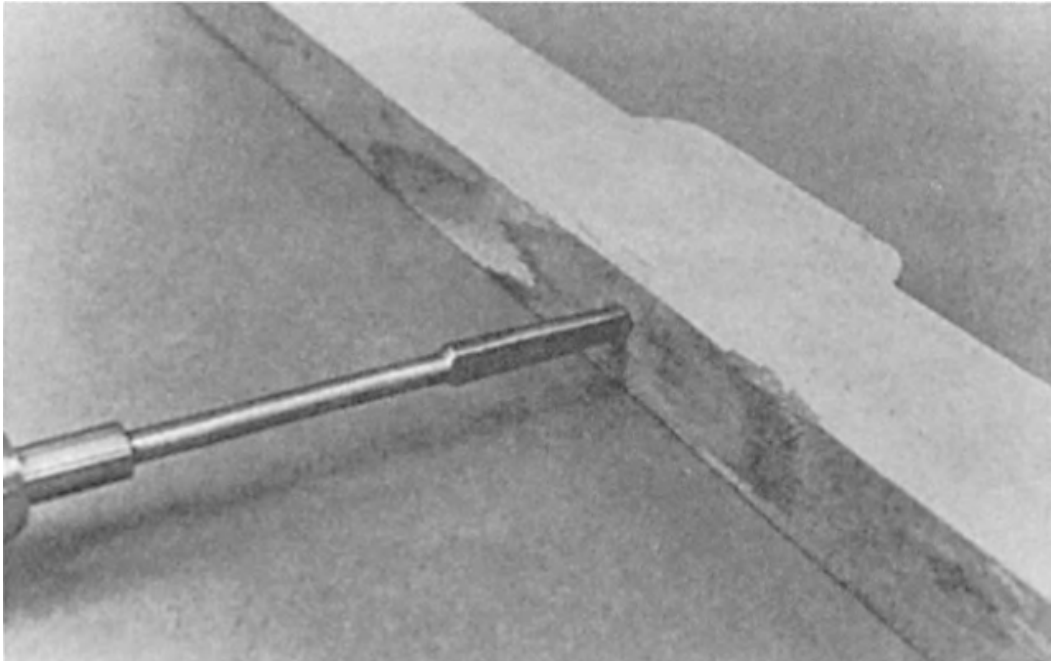


Рис. 50. Розширення вузького отвору балансної рейки за допомогою спеціального інструмента для розширення

ВАЖЛИВО: Вставляйте інструмент так, щоб плоскі сторони були спрямовані до кінців клавіші, щоб уникнути розширення отвору з передньої частини до задньої.

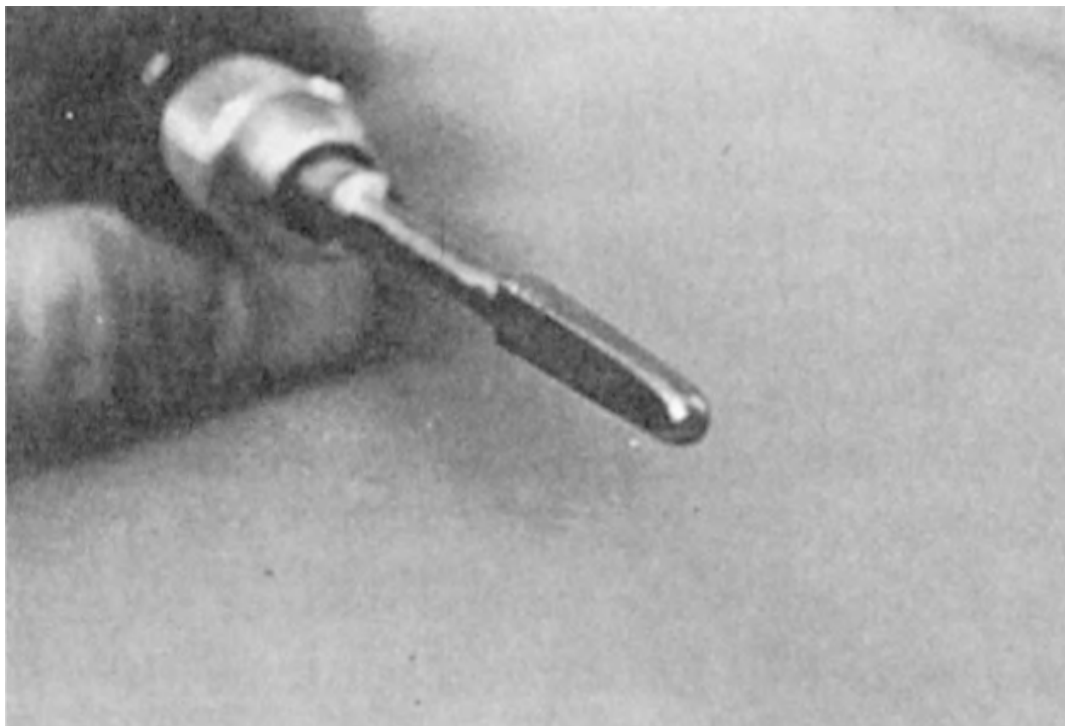


Рис. 50.1. Детальний знімок інструмента для розширення отвору балансної рейки

Обслуговування та ремонт клавiш на старих фортепіано

1. Замок клавiшi на старих плеєр-фортепіано. Багато старих плеєр-фортепіано мають замок клавiш, що складається з рейки, розміщеної під передньою частиною клавiш. Коли маленький важiль під клавіатурою рухається, рейка підіймається і запобігає руху клавiш. Іноді клієнт може випадково заблокувати клавiшi, не знаючи про наявність замка, і викликати майстра, думаючи, що у фортепіано серйозна проблема.

2. Тріщини або зношення клавiш. Якщо втулки, що служать для уникнення шуму при натисканні клавiшi, зношені або відсутні, клавiшi можуть стукати і видавати неприємний звук при грі.

- о Якщо є лише невелика бокова люфтність, можна виправити проблему, використовуючи голку та краплю води. Це дозволяє дереву трохи набухнути і затягнути втулку.

- о Якщо втулка сильно зношена або відсутня, необхідно замінити її на нову. Для цього очистіть стару втулку та клей, і приклейте нову втулку за допомогою клейової суміші.

3. Ремонт зламаної клавiшi. Зазвичай тріщини виникають у середині клавiшi, де деревина найтонша. Для ремонту:

- о Роз'єднайте зламані частини, перевірте їх вирівнювання, використовуючи дерев'яні затиски.

- о Нанесіть клей на зламану поверхню і знову складіть частини, залишивши їх затиснутими до повного висихання клею.

- о Якщо клавiша виглядає слабкою після ремонту, можна обережно відшліфувати її і приклеїти шпон для зміцнення.

4. Матеріали для покриття білих клавiш. Існує кілька матеріалів, які використовувалися для покриття білих клавiш:

- о **Слонова кістка** – найпоширеніший матеріал для старих фортепіано, має характерний малюнок зерна, що нагадує відбиток пальця.

- о **Целюлоїд** – використовувався в дешевших фортепіано до 1940-х років, часто має жовтуватий або сіруватий відтінок з тонкими паралельними лініями.

- о **Піралін** – пластиковий матеріал, що використовувався на фортепіано 1950-х років.

- о **Молдований пластик** – використовувався на фортепіано з кінця 1960-х років, товстіший та готовий до використання, що вимагає менше додаткової обробки.

Через труднощі з придбанням слонової кістки та целюлоїду, майстер повинен зберігати набір старих клавiш з різними матеріалами для заміни.



4-61. Типовий зламаний ключ.

4-62 (справа). Дуже ретельно записуйте
кльовим з'єднання після вирівнювання
деталей.



4-63 (вище). Відшліфуйте надлишки клею.



4-64 (вище). Латка шпону, готова до наклеювання.



4-65 (вище). Приклеювання та загладження
латки.



4-66 (ліворуч). Повна латка після
шліфування.

Рис. 51 Ремонт зламаної білої клав'їші

Якщо частина старої накладки на клавіші прикріплена до клавіші, зніміть її, прогрівши її близько хвилини праскою, встановленою на середній режим, або обережно використовуючи термопістолет, а потім підсуньте під неї широкі ножиці (шириною 1 дюйм). Іноді найкраще працює фен, а іноді допомагає використання вологого тканинного рушника між праскою і клавішею. Деякі старі пластикові клавіші можна зняти, наносячи розчинник для лаку, під вільну частину за допомогою шпателя або іншого тонкого леза, поступово піддягаючи, поки клей не від'єднається. Будьте надзвичайно обережні, якщо вирішите застосувати тепло до пластикової накладки клавіші, щоб уникнути її плавлення або опіку. Якщо ви почнете підіймати і чуєте тріск у дерева з клавіші під час підняття старої клавіші, почніть спочатку з іншого кінця. Якщо частина дерева все ж відривається разом зі старою клавішею, зріжте її новим лезом і знову приклейте до корпусу клавіші.

Після того, як ви зняли клавішу, видаліть старий клей, змочивши його водою або відповідним розчинником, а потім очистіть дерево, щоб не пошкодити його. Використовуйте воду для розчинення гарячого клею, аміак для білого клею або розчинник для лаку для контактного клею. Якщо необхідно відшліфувати верх клавіші, придбайте самоклеїний шліфувальний папір 320 з оксидом алюмінію, що призначений для орбітального шліфувального станка. Приклейте її до шматка плиткового скла, рівномірно притискаючи до корпусу клавіші та постійно перевіряйте фронтальну частину клавіші на прямокутність.

Виберіть накладку на клавішу для заміни, що відповідає сусіднім клавішам, і приклейте її на місце, використовуючи найкращий професійний контактний клей для литих пластикових частин, піроліновий клей для піроліну або клей для слонової кістки або пластину з слонової кістки (клейова тканина, доступна у постачальників фортепіано) для слонової кістки. Закріпіть клавішу (якщо не використовуєте контактний клей) за допомогою затискачів для слонової кістки і затискних пластин, які можна придбати в постачальників фортепіано. Якщо нові затискачі мають тупі кінці на гвинтах для затягування, заточіть кожен гвинт до точки, щоб він не зсував латунну затискну пластину вбік, коли ви її затягуєте.

Щоб використовувати пластину зі слонової кістки, розігрійте затискну пластину в киплячій воді. Змочіть пластину в воді кімнатної температури, прикладіть її до клавіші, розташуйте на ній слонову кістку, прикладіть гарячу затискну пластину і затисніть. Після висихання клею видаліть зайвий клей і обріжте краї нової клавіші дрібним ножом і шліфувальним папером, якщо це необхідно. Якщо товщина нової клавіші зі слонової кістки дещо відрізняється

від старої, знову відшліфуйте всю клавішу, поступово застосовуючи все дрібніший шліфувальний папір. Потім відполіруйте клавішу найтоншим поліролом на непрошитому полірувальному колесі, щоб надати її поверхні такий самий блиск, як у сусідніх клавіш.

Заміна відсутньої чорної клавіші. Чорні клавіші виготовляються з ебенового дерева або іншого твердого дерева чи пластику. Придбайте нову клавішу відповідного типу у постачальника фортепіано або знайдіть відповідну вживану. Шкребок або шліфувальним папером зробіть поверхню старої клавіші гладкою, щоб прибрати старий клей, а потім приклейте нову клавішу аліфатичним смолистим клеєм. Закріпіть її в нерухомому положенні до висихання.

Коли клеїте пластикову чорну клавішу, нанесіть достатньо клею, щоб він просочився в порожнину всередині клавіші, що допоможе зміцнити з'єднання. Якщо отвір для переднього вкладиша проходить через дерев'яну частину клавіші, не дозволяйте клею потрапити в цей отвір.

Пожовклі клавіші. Клавіші зі слонової кістки можна трохи освітлити, шкребучи поверхню спеціальним шкребок, а потім відполірувати для відновлення поверхневого покриття. Мало що можна зробити, щоб покращити клавіші з плямами від чорнила або олівця чи слідами від сигарет. Зазвичай їх потрібно замінити. Зношені чорні клавіші можна покрити кількома шарами глянцевого чорного лаку. Для того, щоб утримати клавіші у вертикальному положенні під час фарбування, можна зробити підставку для фарбування зі старої рами для клавіші або за допомогою фінішних цвяхів і шматка фанери товщиною 3/4».

Регулювання клавiш. Фортепіано

1. Вирівнювання та розташування клавiш

Якщо передня частина клавiші нахилена вбiк, зiгнiть штифт балансної рейки, тримаючи широку викрутку на верхній частині штифта та легенько постукуйте по ній долонею. Використовуйте велику викрутку з широким i тупим лезом, щоб не пошкодити верх шпильки балансної рейки. Якщо викривлення виникло через невелике вигинання штифта, то повернення його в початкову позицію виправить проблему. Передня частина клавiші буде вирівняна, коли кнопка клавiші буде розташована посередині між двома сусiдніми клавiшами, з капстаном точно під центром фетрової наклейки на фігурі.

Передня частина кожної бiлої або чорної клавiші повинна бути вирівняна по центру між сусiдніми клавiшами. Якщо клавiша не по центру, підніміть передню частину клавiші з переднього штифта, підніміть прокладки i затисніть штифт, де вiв виходить з рейки, за допомогою інструменту для коригування відстані між клавiшами. За допомогою цього інструменту зробіть невеликий бiчний вигин штифта, щоб відцентрувати клавiшу. Зазвичай для цього достатньо мінімального вигину. Вставте інструмент вище передньої рейки під прокладки, щоб не пошкодити штифт, що може призвести до швидкого зношування втулок клавiші. Ніколи не обертайте штифт передньої рейки в її отворі; плоскі сторони повинні бути паралельні до тканинних втулок для максимального терміну служби втулок.

2. Налаштування ходу молотка

Хід молотка – це відстань між молотками i струнами. Хід молотка повинен становити 44,5 мм в більшості старих вертикальних фортепіано, а в спiнетах i консолях вiн варіюється від 38 до 44,5 мм.

Якщо молотки зношені, а механізм не був налаштований для компенсації зносу, хід молотка буде занадто великий. Виміряйте це за допомогою тонкої сталеві лінійки, вставленої між молотками, щоб отримати точне значення від ударної точки до передньої поверхні струн. Дивіться на лінійку прямо згори або з одного боку, щоб правильний кут огляду не призвів до неправильних вимірів.

Виправте хід, додавши матеріал до жорстких фетрових подушок, що приклеєні до дна молоткової рейки над кожним механізмом дії, використовуючи тканину для механізму або жорсткий фетр, приклеєний гарячим клеєм або рідким клеєм для шкіри.

У багатьох фортепіано хід молотка в басовій частині відрізняється від того, що в середній i високій частині. Іноді це викликано тим, що довжина

басових молотків не точно компенсує накладення басових струн на високі, іноді це через те, що високі молотки більше зношені або відшліфовані. Щоб привести всі частини молотків до однієї відстані від струн, приклейте тонку смужку картону, фетру або тканини для механізму на задній частині молоткової рейки поблизу верхньої частини, щоб трохи повернути тканину молоткової рейки назад в тій частині, де хід молотка занадто великий.

Якщо молоткова рейка викривлена через попереднє неналежне оброблення механізму фортепіано, це призведе до поступового звуження ходу молотка від одного кінця механізму до іншого. Щоб виправити це, надайте молотковій рейці обережно, але рішуче потрібний вигин, тримаючи її обома руками поблизу кожної внутрішньої опори механізму. Надавайте тиск поступово, щоб уникнути ламання будь-яких гачків молоткової рейки.

3. Регулювання втрат руху (Lost Motion)

Регулювання втрат руху (люфту між верхнім кінцем кожного джеку і замшею, приклеєною до нижньої частини молоткової щоки) здійснюється за допомогою повертання капстану (пілоту) на задньому кінці кожної клавіші. Повертання капстану проти годинникової стрілки підніме пілот, фігуру і джек, а за годинниковою стрілкою – опустить їх.

- **Правильний стан джеку:** Верхній кінець джеку повинен майже торкатися замші, коли клавіша і молоткова щока перебувають у спокої. Якщо джек надто високий і немає втрат руху, молоткова щока буде лежати на джеку замість того, щоб опиратися на молоткову рейку. Це призведе до того, що джек не зможе повернутися під щоку, коли ви відпустите клавішу, що викличе тихі удари або відсутність звуку при повторному натисканні.

- **Надмірні втрати руху:** Якщо джек занадто низький і є надмірні втрати руху, клавіша повинна пройти занадто довгий шлях перед тим, як джек почне впливати на молоткову щоку. Це призведе до поганого динамічного контролю та швидкого зношування замші.

Для регулювання втрат руху натискайте та відпускайте кожну клавішу так, щоб відчувати люфт. Зазвичай це близько 1/32 дюйма (приблизно 0,5 мм) виміряно на передньому кінці клавіші. Усуньте люфт між верхнім кінцем джеку та замшею, повертаючи капстан проти годинникової стрілки, поки не зможете трохи рухати клавішу перед тим, як щока почне рухатися.

- У більшості великих вертикальних фортепіано капстанний ключ підходить до капстанів без необхідності знімати клавіші з фортепіано, окрім кількох клавіш з обох боків кожного ряду. У спінетах і деяких консолях потрібно знімати клавіші, щоб вставити інструмент.

Якщо на фортепіано є регульовальні гвинти, що розташовані на піло-тах, обережно повертайте кожен гвинт за годинниковою стрілкою, щоб зменшити втрати руху, тримаючи навколишнє дерево іншою рукою, щоб не пошкодити дерев'яні частини.

4. Регулювання втрат руху в фортепіано з важкими клавішами передньої частини.

Багато американських механічних фортепіано та деякі звичайні вертикалі мають клавіші, які важчі з передньої частини, тому вони опускаються під своєю власною вагою, коли працює механізм або коли ви підіймаєте фігури вручну. У фортепіано з передньоважкими клавішами потрібно акуратно додавати вагу до задньої частини клавіші спеціальними грузиками, одночасно перевіряючи втрати руху, поки натискаєте передню частину клавіші іншою рукою.

Якщо ви цього не зробите, вага клавіші може поглинути втрати руху, що ускладнить правильну настройку капстанів.

5. Техніка налаштування втрат руху

Для початківців ця техніка може бути складною, тому для зручності можна спостерігати за верхнім кінцем зворотного джека та щоки або захоплювача. Ці частини досить близько одна до одної, щоб ви могли спостерігати їх одночасно. Коли ви обережно натискаєте передньою частиною клавіші, верх зворотного джека повинен рухатися на 1/64 дюйма (приблизно 0,5 мм) до того, як захоплювач почне рухатися.

Інший тест – легке потягування молоткової рейки на 1/16 дюйма (приблизно 2 мм) вперед, оглядаючи всі молотки. Якщо будь-який молоток не рухається разом з рейкою, це означає, що ці ноти мають недостатні втрати руху.

Для останньої перевірки використовуйте маленьку викрутку, щоб витягти кожен джек під щоку, і переконайтеся, що він самостійно повертається назад.

6. Вирішення проблеми з сильно зношеними молотками

Якщо ви підіймаєте молоткову рейку, щоб забезпечити правильний хід молотка в фортепіано з сильно зношеними молотками, ви додаєте багато втрат руху між джеками та молотковими щоками. У цьому випадку, якщо ви занадто сильно ослабите капстани, щоб усунути втрати руху, вони можуть стати занадто вільними в клавішах і зіпсувати різьблені отвори в дереві.

Найкраще рішення – замінити молотки, що дозволить відрегулювати молоткову рейку на її правильне місце. Якщо ви не хочете замінювати молотки, можна використовувати картон або тонкі шари фанери під задньою рейкою або підкладку для фетру, щоб усунути більшу частину втрат руху, а потім наново відрегулювати капстани.

Це також скоротить опускання клавіші, тому потрібно буде підняти балансну рейку фетровими шайбами, щоб повернути передні частини клавіш на їхнє початкове положення.

7. Регулювання середньої висоти клавіші

Для регулювання середньої висоти всіх білих клавіш потрібно забезпечити, щоб нижня частина переднього кінця кожної білої клавіші була приблизно на 1/8 дюйма (або 3 мм) нижче верхнього краю клавішної накладки. На цій висоті верхня поверхня найнижчої клавіші (А) і найвищої (С) (або першої та останньої білих клавіш у фортепіано) повинна бути трохи нижчою за верхню поверхню клавішних блоків.

- **Надмірно висока висота:** Якщо клавіші занадто високі, ви зможете побачити простір під їхніми передніми кінцями, і вони можуть зачіпати нижню частину.
- **Надмірно низька висота:** Якщо клавіші занадто низькі, верхні поверхні білих клавіш будуть занадто близькими до верхньої частини клавішної накладки, коли ви натискатимете клавіші.

Часто на передній частині кожної клавіші можна побачити тінь, яка показує, скільки частини переднього кінця клавіші знаходилось за верхньою частиною клавішної накладки протягом експлуатації фортепіано. Ця тінь може бути корисним орієнтиром для встановлення правильної висоти клавіші.

8. Метод регулювання середньої висоти всіх клавіш

Оскільки точне регулювання висоти кожної окремої клавіші буде здійснюватися на наступних етапах, на цьому етапі потрібно лише регулювати середню висоту всіх білих клавіш відносно клавішної накладки, клавішних блоків.

Зазвичай це регулювання необхідне в таких випадках:

- Коли прокладка на балансній рейці сильно стискається і всі клавіші занадто низькі.
- Коли ви встановлюєте нові фетри в механізм.
- Коли ви збільшуєте товщину матеріалу на задній рейці або висоту задньої рейки для компенсації сильно укорочених молотків, не відкручуючи капстани занадто далеко, щоб вони не стали вільними в клавішах.

9. Регулювання за допомогою підкладок

Для регулювання висоти всіх клавіш одночасно додайте або заберіть картонні, паперові або фанерні підкладки під балансну рейку. Для цього потрібно зняти кілька клавіш на кожному кінці клавіатури та над кожним поперечним слатом, щоб отримати доступ до плоских гвинтів, що утримують

рейку на клавішному піддоні. Ослабте кожен гвинт на кілька обертів, підніміть рейку та додайте або заберіть підкладки між рейкою та клавішею.

- **Підкладки:** Старі підкладки часто мають вм'ятини, де штифти балансної рейки тиснули на них, тому потрібно ослабити гвинти, щоб підняти рейку достатньо, щоб вставити нові підкладки під кінці штифтів що виступають.
- Коли ви знову затягнете гвинти, штифти повинні проштовхнутися через нові паперові або картонні підкладки. Якщо ви використовуєте щось товще, як фанера (1/32 дюйма або 1 мм, чи товще), підкладки повинні бути достатньо вузькими, щоб вони підходили між штифтами, оскільки інакше нові підкладки будуть підіймати штифти при затягуванні гвинтів.

10. Регулювання загальної висоти рейки

Щоб змінити середню висоту всієї рейки, вставте однакові підкладки під неї з обох боків кожного гвинта. Якщо ви дивитесь по лінії передніх кінців клавіш з одного кінця клавіатури до іншого і бачите загальну кривизну у висоті клавіш, ви можете випрямити цю криву, вставивши підкладки лише з одного боку певних гвинтів.

- **Шимінгування спереду:** Додавання підкладок від передньої частини до задньої змінить висоту всіх клавіш; додавання підкладок спереду матиме більший ефект на білі клавіші, ніж на чорні.
- **Шимінгування ззаду:** Додавання підкладок ззаду більше вплине на чорні клавіші, ніж на білі.

Вирівнювання білих клавіш

Після налаштування середньої висоти клавіші в пункті 10 вище, точне регулювання висоти кожної окремої клавіші здійснюється шляхом додавання або прибирання паперових чи картонних прокладок під кожну тканину балансної рейки. Ці прокладки доступні в товщинах від 0,001» до 0,045» та від 0,05 мм до 1 мм, від американських та німецьких постачальників обладнання відповідно. Під час цього процесу вам доведеться кілька разів знімати та знову встановлювати багато тканинних прокладок. Якщо ви пізніше виявите, що початкові прокладки знаходяться в гіршому стані, ніж ви думали, і занадто крихкі для видалення та повторної установки, замініть весь комплект на нові прокладки тієї ж товщини та діаметра.

Переконайтеся, що верхівки кнопок клавіші (опорної кнопки) знаходяться принаймні на 1/16» (приблизно 2 мм) нижче кінців штифтів балансної рейки. Якщо штифти знаходяться нижче кнопок, зменшіть товщину всіх

прокладок на балансній рейці. Зніміть картонні або паперові прокладки або замініть тканинні прокладки на тонші, якщо це необхідно. Поверніться та перевірте крок 10, а потім продовжуйте.

Найпростіший спосіб вирівняти клавіші – це використання інструменту для вирівнювання клавіш або еквівалентного інструменту, який має плаваючу латунну кнопку, що ковзає по верхах клавіш під час руху інструмента по клавішному ліжку з видаленою клавішною накладкою. Цей інструмент дуже точний, якщо клавішне ліжко рівне. Спочатку переміщайте інструмент від одного кінця клавіатури до іншого, щоб перевірити, чи є клавіші, що значно вищі за середній рівень. Якщо так, знизьте ці клавіші до середнього рівня, знімаючи картонні або паперові прокладки або замінюючи тканинні на тонші – навіть якщо це означає повне зняття картону та паперових прокладок і використання найтонших тканинних прокладок.

Далі перевірте всю клавіатуру знову та налаштуйте висоту регулювальника так, щоб, коли ви помістите кнопку інструмента в центр кожної з найвищих клавіш, верх латунної кнопки точно збігався з верхом інструмента. Тимчасово встановіть клавішну накладку в положення, щоб перевірити, чи ці найвищі клавіші мають потрібну висоту, оскільки всі інші клавіші будуть вирівняні до цих. Якщо необхідно, змініть підкладки під балансну рейку. Зніміть клавішну накладку.

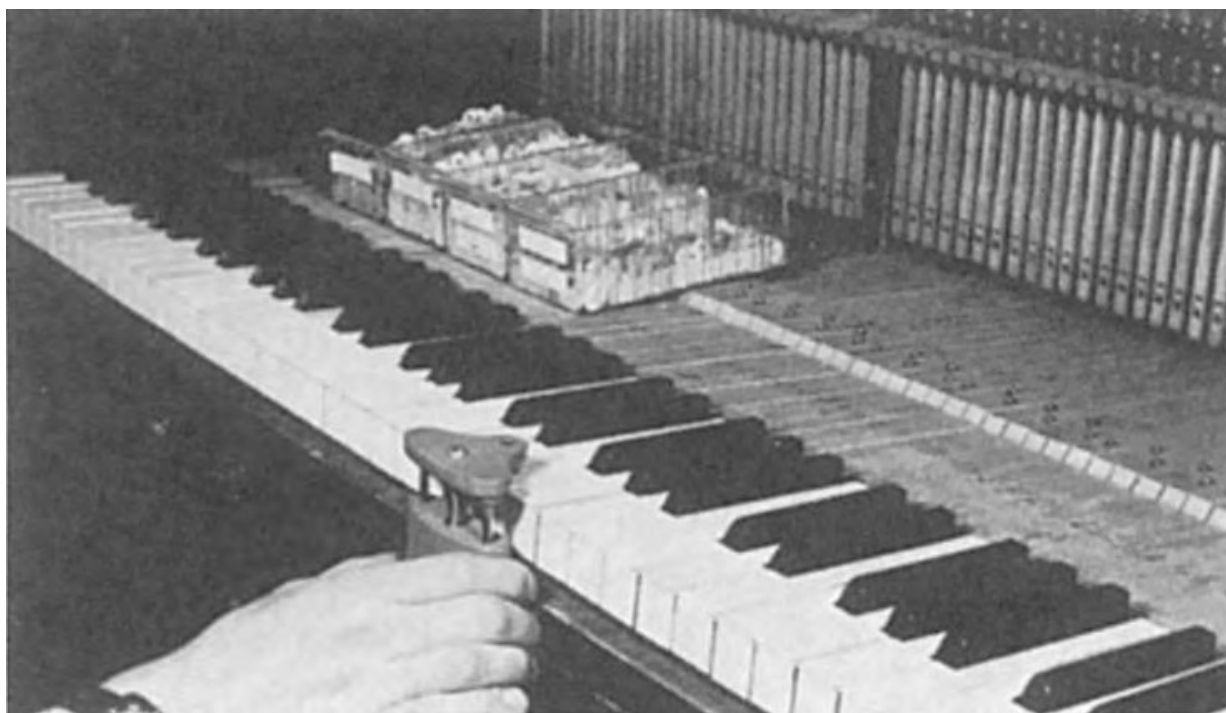


Рис. 52. Використання спеціального пристрою Devis для вирівнювання білих клавіш

Нарешті, розмістіть інструмент у центрі кожної білої клавіші, з задньою частиною інструмента, що торкається передньої частини клавішного каркасу, і перевірте, наскільки латунна кнопка знаходиться нижче верхньої поверхні інструмента. Додайте картонні та паперові прокладки під тканинні прокладки, поки інструмент не покаже, що висота клавіші точно правильна. Щоб перевірити це після вставлення чи видалення прокладок і заміни тканинної прокладки та клавіші на штифт, тримайте задній кінець клавіші однією рукою і кілька разів сильно постукайте по кнопці іншою рукою вказівним пальцем, щоб правильно посадити прокладки. Потім зіграйте кілька стакато-нот на клавіші і знову помістіть інструмент на місце, щоб перевірити, чи висота все ще правильна після того, як прокладки прийняли свій природний стан стиснення.

Якщо ви зігнете прокладку під час обробки, викиньте її; зігнута прокладка в кінцевому підсумку осідатиме або викривлятиметься, знову порушуючи рівень клавіші.

Коли ви підвищуєте клавішу за допомогою товщої прокладки балансної рейки, передній кінець клавіші природно підіймається далі, ніж товщина додаткової прокладки, приблизно вдвічі більше, якщо балансна рейка розташована по центру клавіші. Ви зможете досвідом визначити приблизно, скільки прокладок кожна клавіша потребує, спостерігаючи, наскільки латунна кнопка знаходиться нижче верхньої частини інструмента.

Багато початківців регулюють кожну клавішу індивідуально, знімаючи та встановлюючи її, поки висота не стане точною, але більшість досвідчених техніків переходять до одного з наступних методів:

- Перейдіть від одного кінця клавіатури до іншого, знаходячи всі клавіші, що потребують товстіших підкладок, і вставляючи прокладки по ходу роботи. Потім пройдіться по всій клавіатурі ще раз, вставляючи наступні тонші прокладки там, де це необхідно. Продовжуйте це, поки не дійдете до найтонших прокладок з паперу. Цей метод дає миттєвий ефект, і ви швидко навчитеся розпізнавати, яке значення має кожна товщина прокладки на висоту клавіші. Коли ви закінчите половину вирівнювання першої клавіатури, ймовірно, ви вже запам'ятаєте товщину ваших прокладок і зможете визначити, які комбінації потрібні, замість того щоб постійно повертатися і вставляти кожну товщину окремо.

- Центруйте інструмент над кожною клавішею, оцініть, скільки прокладок потрібно, і покладіть їх в невелику купку за товщиною – з найтоншими зверху – на цю клавішу. Продовжуйте так по всій клавіатурі, а потім поверніться та вставте всі прокладки за один раз. Потім перевірте всю

клавіатуру для дрібної регуляції. Досвідчений майстер зазвичай може зробити всі, крім найтонших налаштувань, за один прохід, а потім зробити остаточні коригування з найтоншими прокладками з паперу під час другого проходу.

Незалежно від методу, завжди розміщуйте прокладки за товщиною, з найтовстішими на дні. Під час вирівнювання ви будете вносити все менші й менші зміни, і коли вам потрібно буде зняти прокладку, тому що вона трохи товща, найтонша буде доступна для зняття зверху.

11. Прокладки в стопці.

Деякі техніки виконують всі налаштування, розміщуючи паперові та картонні прокладки поверх тканинних, а потім перевертають стопку після того, як все буде вірно. Якщо ви використовуєте цей метод, клавіші можуть не бути ідеально рівними після перевертання прокладок, і вам, можливо, доведеться зняти тканинну прокладку знизу стопки. У будь-якому випадку завжди завершуйте з тканинними прокладками зверху паперових, оскільки тканинні прокладки витримують повторні переміщення клавіші. Якщо ви залишите паперові прокладки зверху, вони зітруться та розпадутися.

Якщо клавішне ліжко сильно перекошене, і інструмент для вирівнювання не можна використати – або якщо це фортепіано з контрольними важелями, кнопками та захисними плитками, що виступають з клавішного ліжка – вирівняйте найнижчі та найвищі клавіші, а також одну в середині клавіатури, і вставте стопку прокладок, склеєних разом, на передні штифти рейки для підтримки їх у рівному положенні. (Якщо прокладки не будуть склеєні, вони будуть занадто м'якими, щоб утримувати клавіші стабільно на правильній висоті). Візьміть звичайну алюмінієву лінійку і покладіть її на ребро на дві або три зразкові клавіші. Три-, чотирифутова лінія розміру $\frac{3}{4}$ » x $\frac{3}{4}$ » x $1\frac{1}{8}$ » також підходить для цієї мети.

Візуально перевірте відстань між прямою лінією та верхом клавіші, і використовуйте один із вищеописаних методів для вибору та встановлення паперових та картонних прокладок. Досвідчені майстри можуть вирівняти клавіатуру так само швидко за допомогою лінійки, як і за допомогою інструмента для вирівнювання, але інструмент дозволяє сидіти на стільці або табуреті під час роботи, тоді як лінійка вимагає, щоб ви ставали на коліна або пригиналися, щоб подивитися під нею. Обов'язково тримайте лінійку прямо; якщо ви трохи нахилите її назад або вперед, вона може прогнутися, даючи хибні показники.

Вирівнювання чорних клавіш.

Для вирівнювання чорних клавіш використовуйте поєднаний інструмент для вирівнювання чорних клавіш і вимірювання нахилу.



Рис. 52.1. Вирівнюючий пристрій Jaras для чорних клавіш. Відрегулюйте напрямну стійку, повертаючи її в основу. На штоку є проріз у 3/8» від вершини, тому інструмент можна використовувати як вирівнювання дієзів, так налагодження ходу клавіш. Якщо необхідно, наклейте невеликий шматочок клейкої стрічки через стійку та основу, щоб захистити стійку від необережного обертання під час використання пристрою

Вирівняйте кілька зразкових чорних клавіш так, щоб верхня частина дерев'яного корпусу кожної чорної клавіші була на рівні з верхом дерев'яного корпусу сусідніх білих клавіш. Іншими словами, якби ви зняли верхні частини клавіш (накладки), верхні частини клавіш мають бути на одному рівні. Єдине виключення з цього правила виникає, коли попередній технік встановив нові білі клавіші, товщі за оригінальні, не скоротивши товщину корпусів клавіш. У цьому випадку корпуси чорних клавіш потрібно вирівняти трохи вище, щоб компенсувати різницю. Якщо це так, тимчасово встановіть накладку знову, щоб переконатися, що чорні клавіші не торкаються фетру на панелі імені, і при необхідності зробіть додаткові налаштування.

Налаштуйте інструмент для вирівнювання чорних клавіш на зразкові клавіші, щоб кнопка була на рівні з верхом трубки. Потім вирівняйте решту чорних клавіш інструментом, додаючи або віднімаючи прокладки до тих пір, поки кнопка не буде на рівні для кожної чорної клавіші. Якщо у вас немає спеціального інструмента для вирівнювання, можна використовувати пряму лінійку, як при вирівнюванні білих клавіш.

Важлива примітка: Після вирівнювання клавiш перевірте втрату руху ще раз. В сильно використаному фортепіано тканинні прокладки на дні штирів (або на храповиках, у фортепіано з капстанами на пальцях) зазвичай мають вм'ятини, де капстани тиснули на них протягом років. Якщо ви кардинально змінили висоту клавiш, капстани можуть трохи зміститися вперед або назад, що призведе до того, що вони будуть тиснути на тканину, і зміниться регулювання втрати руху. Якщо це сталося, відрегулюйте капстани за потреби.

Регулювання клавiш. Рояль

1. Виготовлення каркаса клавiатури. У роялі з механізмом переміщення (м'яка педаль *una corda*) каркас клавiатури зсувається вбік на основі клавiатури і повинен точно підходити до неї без високих або низьких місць. Якщо передня рейка каркаса клавiатури не контактує належним чином від одного кінця до іншого, вона буде стукати, коли ви граєте на клавiші, що розташовані над підвищеними місцями. **ЗНІМІТЬ МЕХАНІЗМ З КАРКАСУ КЛАВІАТУРИ, ПРОНУМЕРУЙТЕ І ЗНІМІТЬ КЛАВІШІ. ПРИЄДНАЙТЕ МЕХАНІЗМ ДО КАРКАСУ КЛАВІАТУРИ І ВСТАНОВІТЬ КАРКАС І БЛОКИ КЛАВІАТУР. ЗАКРІПІТЬ ГОРИЗОНТАЛЬНІ ГВИНТИ КЛАВІАТУРИ.**

Підійміть всі напрямні каркаса в балансній рейці так, щоб вони не підіймали каркас клавiатури над основою. Легко постукайте по верхній частині передньої рейки з одного кінця до іншого, слухаючи стук деревини. Позначте місця на передній частині каркасу, де є стук. Зніміть блоки клавiатури. Вставте шматок наждачного паперу з абразивом 220 під каркас і основи там, де не було стуку, і обережно відшліфуйте дно каркаса. Повторюйте процедуру, поки не усунете всі удари. Не шліфуйте основу та не вставляйте підкладки між каркасом і основою для усунення стуку. У роялі, де каркас клавiатури прикріплений до основи, цей крок не є необхідним. Перевірте блоки для утримання задньої частини каркаса клавiатури, переконайтесь, що каркас не забивається і не стукає об них.

2. Регулювання напрямних каркаса клавiатури. У 1 пункту ви підняли всі напрямні в балансній рейці так, щоб вони не торкалися основи клавiатури. Тепер вставте смужку газети під кожну напрямну і опустіть напрямну вниз (за годинниковою стрілкою) на таку відстань, щоб ви могли витягнути папір, не порвавши його. Якщо напрямна занадто висока, клавiші можуть підстрибувати. Якщо вона занадто низька і щільно прилягає до основи, механізм

буде працювати неправильно і буде важко пересувати клавіатуру вбік з м'якою педаллю.

ЗНІМІТЬ МЕХАНІЗМ З КАРКАСА КЛАВІАТУРИ, ВСТАНОВІТЬ КЛАВІШІ І ВСТАНОВІТЬ КАРКАС У ФОРТЕПІАНО З БЛОКАМИ КЛАВІАТУР, З КЛАВІШАМИ, АЛЕ БЕЗ МЕХАНІЗМУ.

3. Підрівняйте і відстань клавіші. Див. пункт 7, регулювання вертикального фортепіано.

4. Вирівнювання клавіатури. Підтримуйте рейку підйому демпферів на максимально високому рівні, щоб важелі демпферів не торкалися задніх частин клавіш. Прикріпіть набір свинцевих ваг, які можна придбати у постачальників для фортепіано, до задніх частин клавіш або їхніх зворотних ударників, щоб утримати задню частину клавіш. Регулюйте висоту найнижчої білої клавіші в басі та найвищої в дисканті, щоб передній край кожної був на 3 мм нижче верхньої частини накладки клавіатури, додаючи або зменшуючи паперові прокладки в балансній рейці. Установіть середню клавішу «Е» на 1 мм вище, щоб вирівняна клавіатура мала невеликий підйом у середині. Після вирівнювання цих трьох клавіш заблокуйте їх на цій висоті, вставивши стопку картону та паперових прокладок на кожен з їхніх пінів на передній рейці, щоб вони не опускались. Використовуйте рівну лінійку від найнижчої білої клавіші до середньої «Е» і вирівняйте клавіші між ними шляхом додавання чи зменшення паперових прокладок під тканинними прокладками балансної рейки; потім повторіть те саме для верхніх білих клавіш. Повторіть процедуру для чорних клавіш.

5. Регулювання відступу клавіш. Використовуючи блок для відступу 10 мм або інструмент для вирівнювання рівня регулюйте відступ білих та чорних клавіш, додаючи або зменшуючи паперові прокладки балансної рейки.

Додаткова та використана література

1. Carl-Johan Fors Piano and Grand Piano Repair Yrkesopplaering ans Publishing House, Oslo, Norway 1998

2. Reblitz, Arthur (1993), Piano Servicing, Tuning, and Rebuilding (вид. 2nd), Vestal Press

3. Regulation and Repair Piano and Player Mechanism together with Tuning as Science and Art Edward Lyman Bill, Publisher Madison Avenue, New York 1909

4. The Craft of Piano Tuning BY Daniel Levitan, THE SOUNDBOARD PRESS, NEW YORK.

Лекція 8. Молоточковий механізм.



qr-code 12. Онлайн дошка з усіма схемами будови механіки роялю та фортепіано

Фортепіанна механіка – це складна система важелів, пружин і молоточків, що забезпечує точне та швидке відтворення звуку при натисканні клавіш. Основні елементи механіки включають гамербанк, рулейстики, фігурний вузол, капсюлі, шпілери, демпферні ложки, демпфери, фенгери та шлейфи.

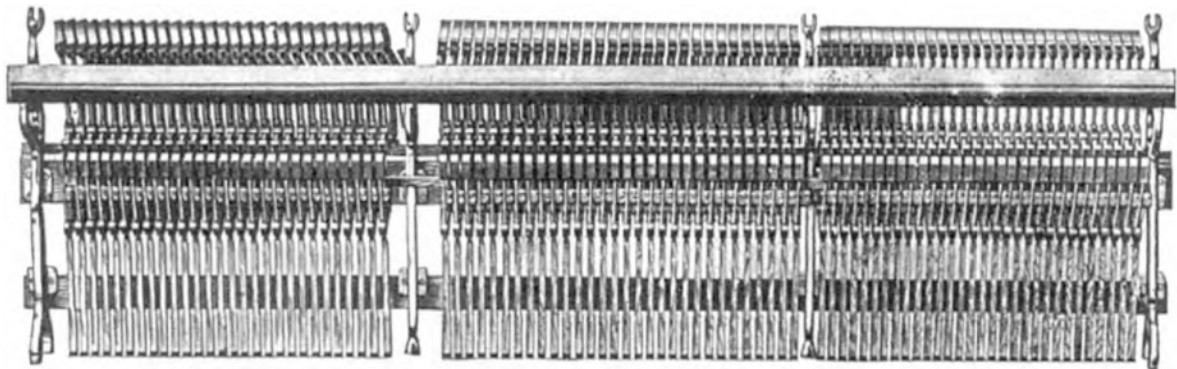


Рис. 53. Механізм фортепіано. Вид спереду

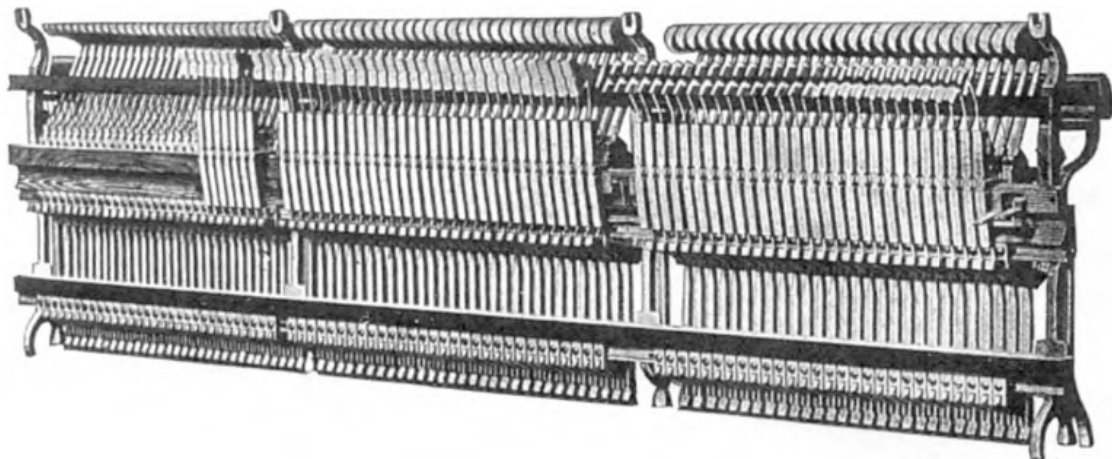


Рис. 53.1. Механізм фортепіано. Вид ззаду

Гамербанк: будова та функції

Гамербанк – це дерев'яна планка, до якої кріпляться молоточкові та демпферні вузли. Вона є основою для правильного розташування молоточків та їх рівномірного руху.

- **Роль у механіці:** забезпечує рівномірність руху молоточків, стабільність механіки та збереження її конструктивної жорсткості.

- **Типові несправності:**

- деформація деревини через зміну вологості;
- розхитування або ламання отворів кріплення молоточків;
- відпрацювання осей кріплення.

- **Методи усунення:**

- Виправлення деформацій шляхом висушування або зволоження;
- Заміна або закріплення ослаблених кріплень;
- Профілактичне змащування осей молоточків.

Hammer rail (рулейстик) та **Main action rail** (гамербанк) – це важливі елементи механіки фортепіано, які відіграють роль у передачі руху від клавіші до молоточка та в інших аспектах динаміки гри на інструменті.

1. **Hammer rail (рейка молоточка):**

- Це горизонтальна деталь, на якій лежать молоточкові механізми, які виконують удар по струнах при натисканні клавіші.
- Вона підтримує молоточок, а також забезпечує його правильну позицію в момент гри.
- Рейка молоточка є ключовим елементом для забезпечення точності і узгодженості молоточкових рухів під час гри, оскільки вона утримує молоточок на певній відстані від струн.

2. **Main action rail (основна рейка механізму):**

- Це основна конструктивна деталь, на якій кріпляться інші елементи механізму фортепіано, включаючи частини, що передають рух від клавіші до молоточка (такі як палички, осі і важелі).
- Вона забезпечує жорсткість і стабільність для інших компонентів механізму, даючи їм правильну орієнтацію для виконання рухів.
- Це головний каркас, на якому будується весь механізм удару по струнах.

Різниця та відмінності:

- **Hammer rail** фокусується на забезпеченні правильного руху молоточка і підтримці його в потрібній позиції, тоді як **Main action rail** є основною платформою для кріплення майже всіх частин механізму, через які передається рух від клавіші.

- **Hammer rail** має справу лише з молоточками і їхніми рухами, в той час, як **Main action rail** є більш загальним елементом конструкції механізму, що охоплює ширший спектр деталей.

Призначення:

- **Hammer rail** необхідний для забезпечення точного удару молоточка по струні, тим самим гарантується правильний звук та динаміка інструменту.
- **Main action rail** служить для забезпечення стабільності та точності роботи всієї механіки, від клавіші до молоточка, забезпечуючи ефективний і чіткий рух при натисканні на клавіші.

Молоточки

Молоточок фортепіано має тверду дерев'яну основу та один або два шари дуже жорсткої, щільної вовняної повсті: внутрішню (підповсть) і зовнішню повсть. Підповсть, якщо вона є, є твердішою і зазвичай яскраво забарвленою. Усі молоточки в наборі мають однакову ширину, але їхній діаметр поступово зменшується від басового регістру до дискантового.

Якісна повсть молоточка не повинна бути надто твердою, оскільки це спричинить різкий, металевий звук, і не надто м'якою, що зробить звук глухим і невиразним. Найкраща повсть для молоточків має довгі волокна, орієнтовані паралельно до струн. Низькоякісні молоточки, виготовлені з коротковолокнистої повсті або повсті з волокнами, розташованими перпендикулярно до струн, швидше зношуються, оскільки струни прорізають глибокі борозни в матеріалі.

Виробництво молоточків

Виробництво молоточків починається з довгого дерев'яного бруска та довгої смуги повсті – одношарової або багатошарової, яка по центру товстіша, ніж по краях. Дерев'яні бруски нарізають на окремі частини, після чого їх стискають у довгі секції. Потім за допомогою гідравлічного або механічного преса повсть обгортають навколо дерев'яної основи та приклеюють під великим тиском.

Після висихання клею виробник нарізає заготовку на окремі молоточки. Приклеювання твердої повсті до дерев'яної основи створює як внутрішнє стиснення, так і зовнішнє натягнення, що забезпечує необхідну пружність для якісного тембру.

У багатьох наборах молоточків для верхнього регістру використовуються скріпки, які допомагають утримувати повсть на основі. Однак із

появою сучасного водостійкого клею ці скріпки вже не є такою необхідністю, як у фортепіано XIX – початку XX століття.

За бажанням виробника або реставратора фортепіано на повсть молоточків можна нанести спеціальну зміцнювальну рідину, яка додає жорсткості та допомагає зберігати форму повсті.

Вертикальна механіка

Вертикальна механіка фортепіано має каркас із трьох або чотирьох литих чавунних, рідше алюмінієвих кронштейнів та декількох дерев'яних (або алюмінієвих у сучасних інструментах) рейок, які підтримують усі інші частини механізму.

Нижня частина кожного кронштейна має гніздо, яке спирається на шаровий болт, вкручений у клавішну раму. Верхня частина кронштейна має вилку або вушко, яке надівається на болт кронштейна, вкручений у пінблок через збільшений отвір у металевій рамі. Кожен верхній болт має буртик і гайку, які фіксують механізм у потрібному положенні.

Усю механіку можна витягти з інструмента як єдину цілісну конструкцію, відкрутивши три-чотири гайки, від'єднавши штифти, що з'єднують механіку з педалями (якщо потрібно), та витягнувши її з корпусу.

Основні рейки механіки

Назви різних рейок відповідають їхнім функціям:

- **Головна рейка** тримає більшість рухомих частин механізму для кожної клавіші. У місцях кріплення деталей вона має виступи, які поєднуються з пазами у деталях механізму для точного вирівнювання.
- **Нижня рейка механіки (або рейка стояків)** підтримує стояки.
- **Регулювальні стійки** утримують **рейку спрацювання (або регулювальну рейку)**, яка має регулювальний гвинт для кожної ноти.
- **Рейка молоточків** має товстий м'який повстяний шар, який служить опорою для молоточків. Спеціальні гачки або шарніри дозволяють наближати чи віддаляти молоточки від струн. У кронштейнах механізму передбачені отвори з повстяними втулками для плавного руху рейки молоточків.
- **Рейка пружин** утримує пружини молоточків і має смугу повсті, яка щільно притискає пружини та запобігає удару демпферних дротів об рейку.

Штанга підйому глушників не є рейкою, але впливає на роботу всіх демпферів, тому вважається частиною основної конструкції механізму. Вона рухається завдяки спеціальним гачкам і шарнірам, які обертаються в металевих кріпленнях, обкладених повстю для плавного руху.

Рухомі частини механізму

Більшість рухомих частин механізму кріпляться за допомогою **фланців**, які пригвинчуються спеціальними гвинтами.

- **Центральний штифт** з'єднує кожен фланець із рухомою частиною механізму. Він міцно сидить у дерев'яній основі однієї частини та обертається у повстяних втулках іншої. Центр штифта має бути ідеально підігнаний, щоб деталь рухалася вільно, без люфту.

- Деякі фланці, наприклад, **фланець джека**, не прикручуються, а приклеюються. Деякі деталі з'єднуються без використання фланців.

Рухомі частини механізму можна розділити на три основні блоки для кожної клавіші:

1. **Фігура (важіль репетиції)** – містить **стояк** у повнорозмірних фортепіано або перевернутий стояк у механізмах з «падаючим» фігурам.
2. **Молоточок** – ударяє по струнах.
3. **Демпфер** – глушить струни після припинення натискання клавіші.

Стояк передає рух від клавіші до фігури. Фігура, своєю чергою, передає рух через джека до молоточка, який ударяє по струнах. Фігура також підіймає демпфер, дозволяючи струнам звучати, поки вони не перестануть вібрувати або поки музикант не відпустить клавішу чи педаль сустейну.

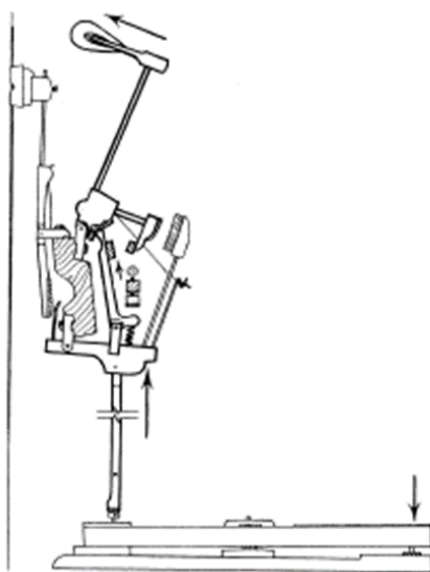


Рис. 54. Робота вертикальної дії: клавіша починає рухатися вниз, приводячи в рух фігуру, демпферну ложку

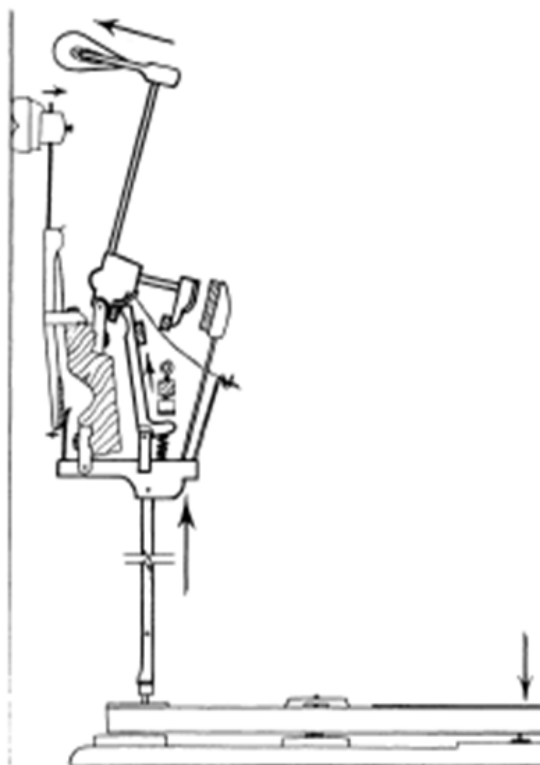


Рис. 55. Демпферна ложка починає рухати важіль демпфера, відриваючи демпфер від струн

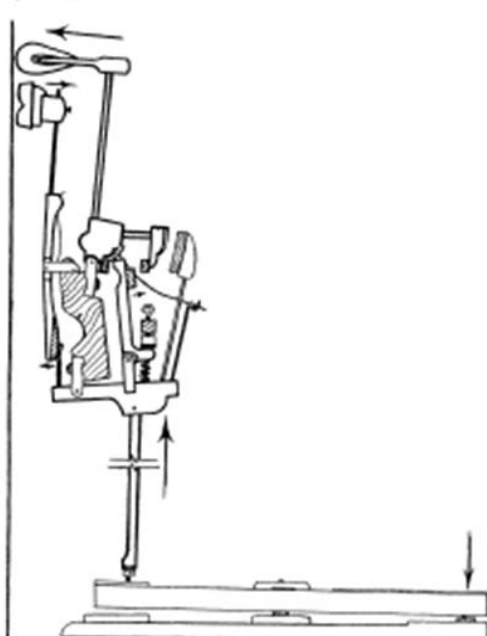


Рис. 56. Джек фігури від'єднується від молотка

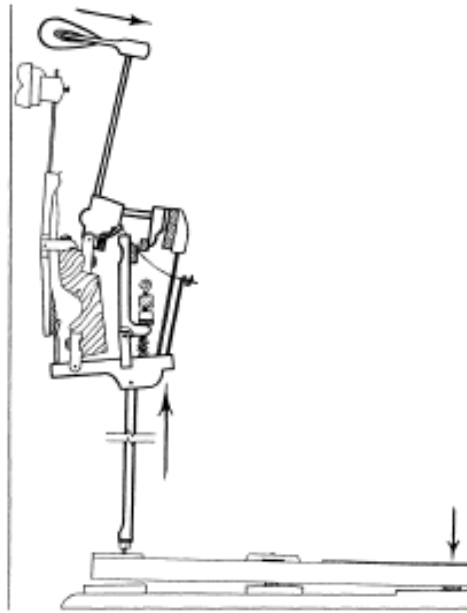


Рис. 57. Молоточок б'є по струні та падає. Коли клавішу відпустити, усі частини повертаються на свої позиції на рисунку 54

Як працює механізм вертикального фортепіано

Коли ви повільно натискаєте передній край клавіші, вона перекочується навколо балансної рейки, опускається, а її задній край підіймається. Клавіша підіймає **пілот** і **фігуру**. Фігура штовхає **джек**, який, у свою чергу, тисне на **п'яту молоточка**.

П'ята молоточка обертається на своєму шарнірі та рухає молоточок у бік струн. Коли молоточок знаходиться на півдорозі до струн, **ложка** зачіпає важіль **демпфера**, піднімаючи демпфер зі струн.

Коли молоточок майже досягає струн, **п'ятка джека** натрапляє на **регульовальний гвинт**. Фігура продовжує підніматися, джек обертається на своєму шарнірі та вислизає з-під п'яти молоточка.

Молоточок продовжує рухатися за інерцією, вдаряє по струні й одразу відскакує назад. **Контрфенгер** (бекчек) ловить **фенгер** (кетчер) і утримує його в цьому положенні, поки клавіша залишається натиснутою.

Коли клавішу відпускають, фігура опускається, а контрфенгер звільняє фенгер. **Пружина п'яти** повертає п'яту молоточка, доки **ніжка молоточка** не повернеться у своє початкове положення на **повсті рейки молоточків**.

Пружина демпфера повертає демпфер на струни, а **пружина джека** повертає джек під п'яту молоточка, готуючи механізм до наступного натискання клавіші.

Весь цей процес відбувається за долю секунди, що дозволяє швидко повторювати ноти.

Зв'язкові ремінці (бридл-стрепи) утримують джеків від випадання та застрягання під п'ятами молоточків при знятті механізму з фортепіано.

Глушники (Демпфери)

Чим нижчий звук, тим енергійніше рухається струна під час її вібрації, і тим щільнішим має бути демпфер. Демпфери для басів зазвичай мають твердіші віскозні клини, тоді як демпфери для високих струн зазвичай виготовляються з дуже м'яких, пухнастих віскозних накладок, як це показано на рисунку 58. Демпфери для високих нот зменшуються в довжині (від верхньої до нижньої частини) від низького тенору до дисканту. Найвищі ноти не мають демпферів, оскільки тон так швидко затихає в цьому діапазоні, що вони не є необхідними. Крім того, залишаючи струни найвищих високих нот без демпферів, дозволяє їм вібрувати, коли ви граєте на нижчих нотах, тим самим покращуючи яскравість звуку фортепіано.

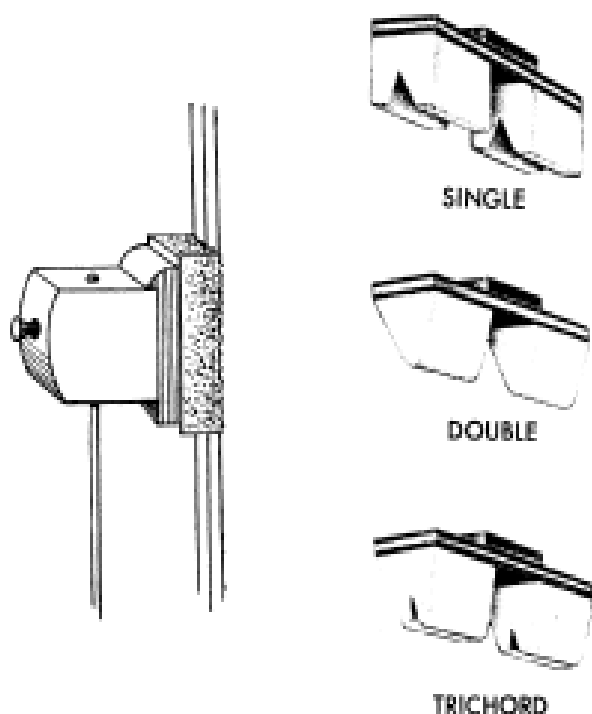


Рис. 58. Види демпферів. Одно-, дво- та триструнних хорів

У деяких вертикальних інструментах, зокрема в деяких вертикальних роялях Steinway, найнижчі демпфери для високих нот мають дріт, що тягнеться вгору і проходить навколо молоточка, з другим демпфером або додатковим демпфером, закріпленим зверху. Тут, де демпфери для високих

нот мають бути найдовшими, їх необхідно обрізати по діагоналі знизу, щоб вони не торкалися басових струн, які перехрещуються перед струнами високих нот у цій області. Додаткові демпфери допомагають компенсувати це. Іншим способом більш ефективного глушення найдовших тенорових струн є використання тришарового віскозного фетру для демпферів, а не плоского фетру, для найнижчих шести або восьми тенорових нот.

Варіації вертикальних механізмів

Більшість механізмів вертикальних фортепіано схожі з незначними варіаціями у розмірах і формах частин. Однак деякі механізми мають різні типи фланців підбивок молоточків, капстанів, підбивок молоточків та інших частин.

Звичайні варіації фланців підбивок молоточків в клавішах використовують фланець Billings, латунну рейку фланця Kimball та подвійний фланець. Фланець Billings, виготовлений з латуні, має два зубці, що входять у борозну основної рейки для утримання фланця в правильному положенні. Фланець щільно охоплює центральний штифт, а отвори для центрального штифта в підбивці молоточка містять тканинні втулки, що є протилежністю звичайного фланця підбивки молоточків, у якому підбивка утримує центральний штифт, а фланець містить втулки.

Латунна рейка фланця – це суцільний латунний елемент, прикріплений до основної рейки, з язичком, що виступає вгору для кожної підбивки молоточка. Латунна пластина підбивки утримує кожен центральний штифт у маленькій борозні язичка. Маленький гвинт проходить через отвір у рейці і вкручується в різьблений отвір у пластині, щоб закріпити пластину на рейці. Латунна рейка фланця Kimball схожа на звичайну латунну рейку, але має різьблені отвори в рейці а не в підбивках, тому гвинти вкручуються з протилежного боку.

Перевага металевої рейки або фланця полягає в тому, що центральний штифт не може вийти з місця, як це іноді трапляється, коли його утримує дерев'яна частина, яка розширюється та стискається при змінах вологості. На жаль, одна з властивостей латуні полягає в тому, що чим більше вона згинається тим більше вона стає крихкою. Хоча латунний фланець або рейка не вигинаються помітно під час звичайного використання, згин, спричинений багатьма роками гри, зрештою робить її крихкою. В такому стані вона легко ламається або тріскається. Більшість старих фланців Billings все ще цілі, але не рідкість, коли старий механізм має десятки фланців Billings, на кожному з

яких є лінія тріщини, що проходить через верхню частину, паралельно та безпосередньо над центральним штифтом, що дозволяє механізму вислизати. Також часто зустрічається латунна рейка з кількома зламаними язичками. Виробники припинили використання обох систем до 1940-х років.

Ще одна варіація фланця – це подвійний фланець, який утримує центральні піни для обох вузлів: глушника та для підбивок молоточків, в отворах з тканинними втулками. Виробники використовували різні типи подвійних фланців у вертикальних механізмах з кінця 1800-х років.

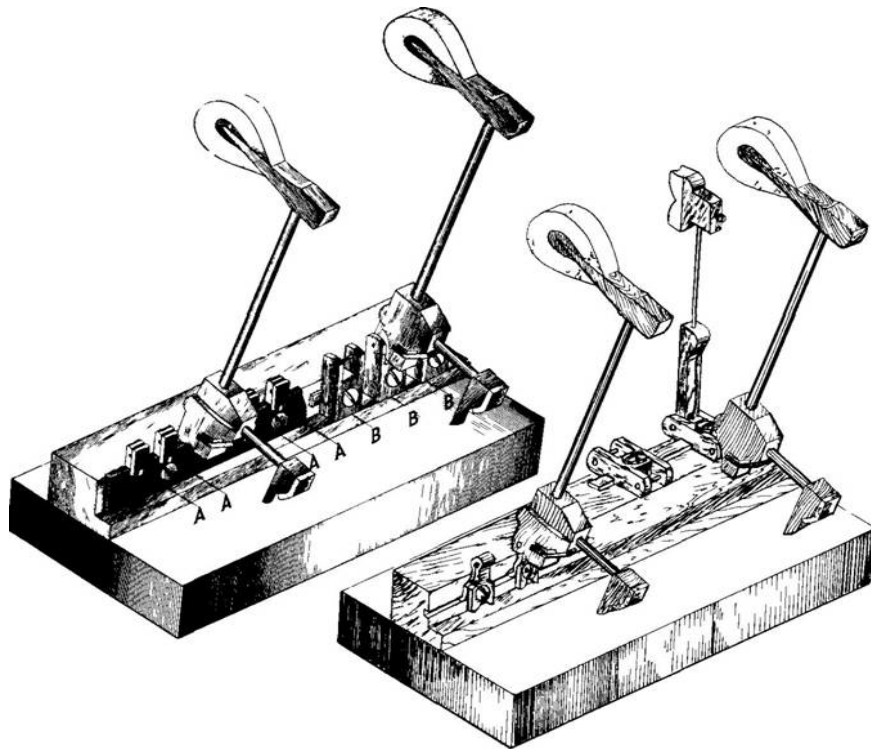


Рис. 59. Зліва направо: звичайний фланець Біллінгс, подвійний фланець

Капстан (пілот, кабестан) – ще одна частина механізму, що виготовляється в кількох різних стилях, зокрема капстан з штифтом, капстан на важелі та капстан з регульовальним гвинтом. Капстан з штифтом додає трохи більше тертя в механізм, ніж звичайний капстан, оскільки штифт має більше тертя об подушку на нижній частині фігура. Проте капстан з штифтом набагато дешевший у виробництві, ніж наклейка та її численні супутні частини, тому він є поширеною особливістю середніх розмірів вертикальних фортепіано протягом багатьох років.

Капстан на важелі, що вийшов з використання на початку 1900-х років, не додавав додаткового тертя до механізму, але був не кращим за простий капстан, який легше регулювати та набагато дешевший у виробництві. Капстан

з регулювальним гвинтом також застаріли до початку 1900-х років, проте були надзвичайно зручними для регулювання, але такий капстан додавав більше тертя, ніж простий капстан, коштував більше у виробництві і мав схильність до ламання через нецентрований тиск на клеєне з'єднання та регулювальну кнопку.

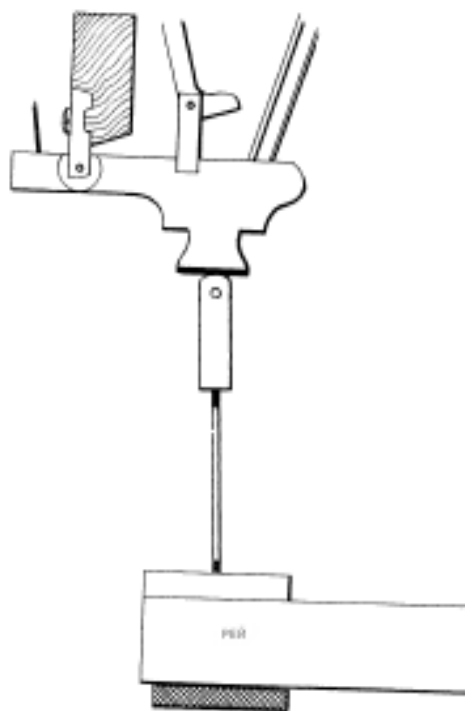


Рис. 60. Пілот, який використовується в багатьох студійних фортепіано

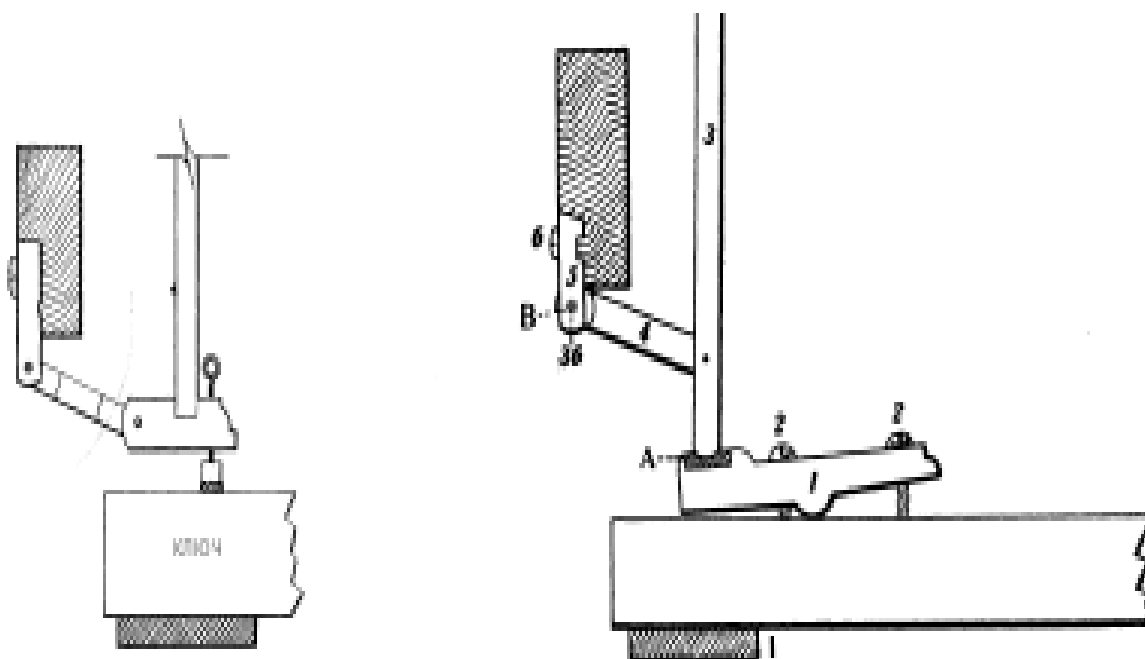


Рис. 60.1. Кабестан з регулювальним гвинтом (зліва), балансний кабестан (справа)

У більшості американських фортепіано традиційним способом кріплення пружини для повернення молоточків є прикріплення її до пружинної рейки, а традиційна палиця має фланець, приклеєний до фігури. На відміну від цього, стиль підбивки молоточків, знайдений у багатьох європейських фортепіано, має вбудовану пружину для повернення, з утримуючим шнуром, приклеєним до фланця. Палиця має два своїх стержні, закріплені безпосередньо до фігури, без фланця.

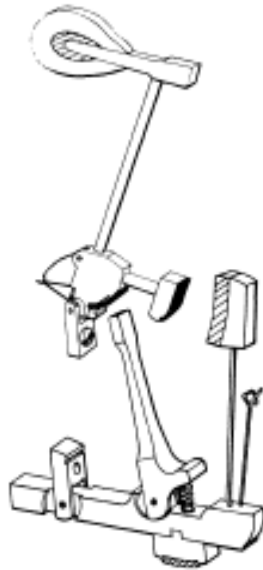


Рис. 61. Контрфенгер, молоточок і фігура, що використовується в багатьох європейських, азіатських та деяких американських фортепіано. Головні відмінності - встановлення зворотної пружини контрфенгер молоточка та утримуючого шнура, установка упору прямо на фігурі без окремого фланця.

Тач-рейка, що зустрічається в деяких вертикальних фортепіано, надає м'яку опору для палиць. Вона замінює більш звичайні фетрові накладки, що приклеєні до передньої частини верхнього кінця кожної палиці та задньої частини кожного глушника. Глушники в механізмі з тач-рейкою коротші, ніж у звичайному механізмі, тому їм не потрібні звичайні отвори для містків.

Розкішною особливістю деяких дорогих вертикальних фортепіано, виготовлених на початку 1900-х років, є механізм компенсації втрати руху. У звичайному вертикальному механізмі, коли натискається м'яка педаль, що рухає молоточкову рейку та молоточки зміщуються на половину шляху до струн, виникає люфт або втрата руху між верхнім кінцем кожного джека та замшевою подушкою на підбивці молоточка. Втрата руху знижує

контроль піаніста над тонкими нюансами, оскільки кожна клавіша повинна спочатку опуститися до певної точки, щоб почати діяти і грати повторно. Втрата руху також пришвидшує знос замші, оскільки кожен джек б'є по замші, а не натискає на неї. Щоб усунути втрату руху та забезпечити точний контроль за м'яким звучанням, деякі виробники високоякісних вертикальних фортепіано встановили різні типи компенсаторів втрати руху. Механізм компенсації в клавішах є додатковий важіль між кожною наклейкою та фігурам. Коли м'яка педаль підіймає молоточкову рейку та молоточки, з'єднувальний стрижень також підіймає і стрижень компенсатора, обертаючи проміжний важіль, щоб тримати палицю близько до підбивки молоточка, не піднімаючи наклейку з заднього кінця клавіші, таким чином запобігаючи виникненню втрати руху. В іншому типі механізму компенсатор знаходиться близько до нижньої частини наклейок. Хоча компенсатор втрати руху значно покращує здатність вертикального фортепіано до м'якої гри, він був дорожчим, і не виправдав себе, тому став застарілим до 1920-х років.

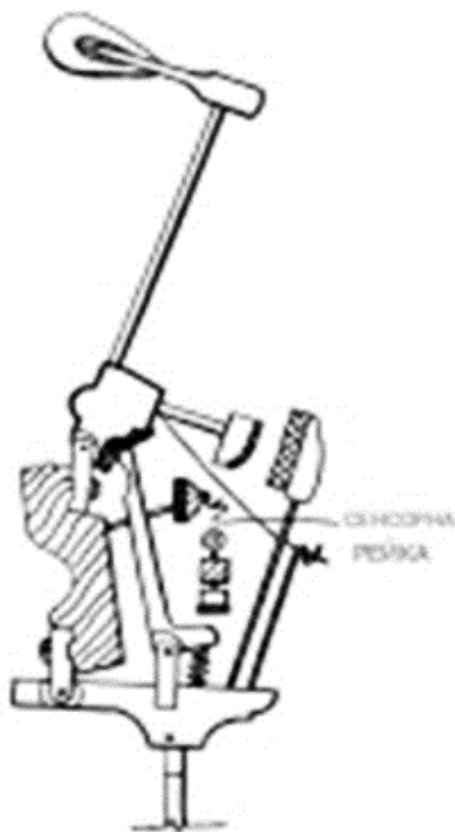


Рис. 62. Рейка, розташована вище, замінює повість уловлювача молотка та повість упору, щоб заглушити роботу упору

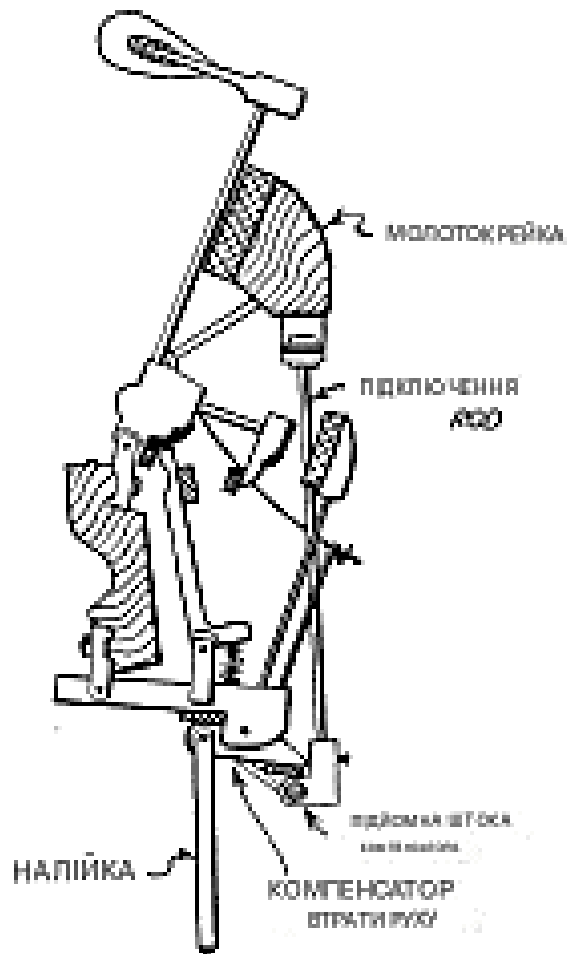


Рис. 62.1. Дія компенсатора втраченого руху, знайдена в дорогих фортепіано початку 1900-х років

Деякі дуже старі вертикальні фортепіано мають окремий механізм глушника, встановлений над молоточками. Майстри називають ці глушники «перегоди», а механізми – «пташині клітки» або «клітки для білок», оскільки, подивившись спереду, дроти підйому глушника нагадують клітку.

Основні відмінності полягають у кріпленні поворотної пружини обуха молотка та його шнура, а також у кріпленні джека безпосередньо на фігурі без окремого фланця.

Під час їх виготовлення вважали, що ці глушники мають перевагу перед звичайними. Однак вони є справжньою проблемою для тих, хто обслуговує фортепіано, оскільки вони не тільки заважають регулюванню механізму, але й ускладнюють налаштування інструменту. На щастя для всіх, хто працює з фортепіано та їх обслуговує – ці механізми стали застарілими до початку 1900-х років.

Механізм консолі

Механізм консольного фортепіано ідентичний механізму повноцінного вертикального фортепіано, але замість наклейок на фігурах є тканинні подушки, і вони безпосередньо лежать на капстанах. Вищі консольні та студійні вертикальні фортепіано мають капстани зі штифтами, тоді як коротші консольні фортепіано оснащуються звичайними капстанами. Багато середніх за розміром вікторіанських вертикальних фортепіано та сучасних студійних вертикальних мають довгі капстани зі штифтами замість наклейок.

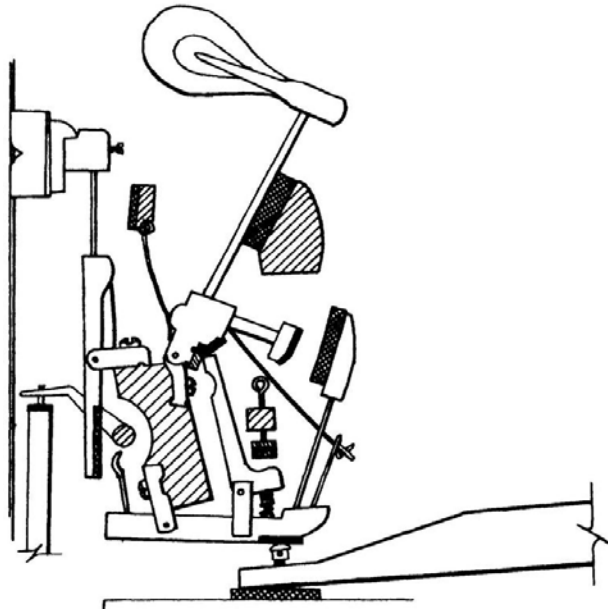


Рис. 63. Механізм консолі

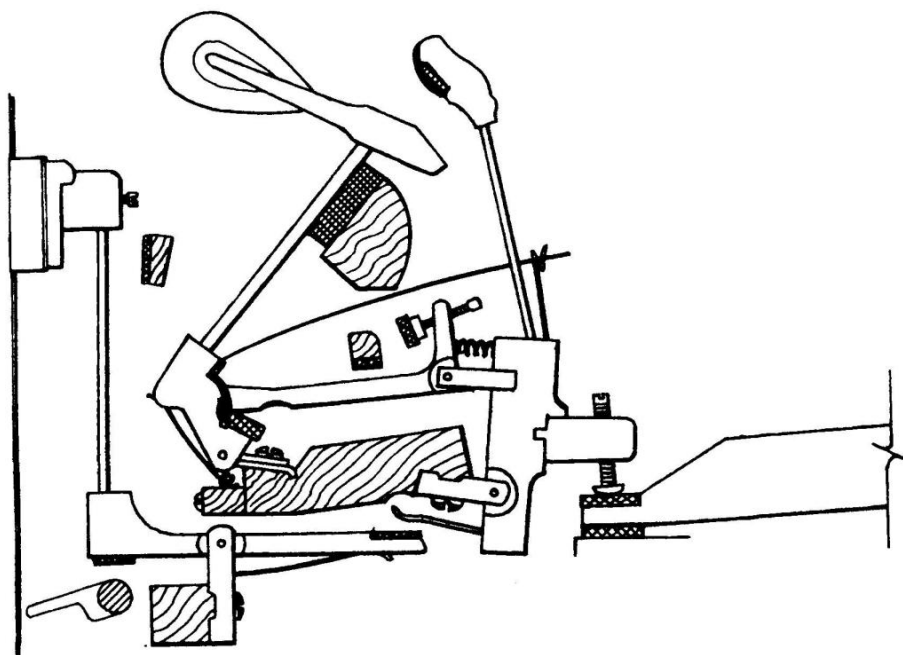


Рис. 64. Розгорнутий на 90 градусів механізм прямого удару Wood & Brooks

Wood & Brooks, виробник механізмів, створив цей 90° інвертований механізм прямого удару для фортепіанних компаній у 1940-50-х роках, що є лише одним прикладом багатьох незвичних конструкцій механізмів, що виготовлялися протягом років. Кожного разу, коли здається, що ви бачили все в старих фортепіано, знаходиться ще один радикально інший механізм. Знання звичайної механіки фортепіано, разом зі здоровим глуздом і механічною здатністю до запам'ятовування, завжди дозволяє зрозуміти, як обслуговувати один з цих незвичних механізмів.

Механізм пониження

Щоб зробити фортепіано якомога коротшим, з клавіатурою на зручній висоті від підлоги, інструмент має бути оснащений пониженням механізмом, або механізмом, що розташований під клавіатурою. Фігури в цьому механізмі мають ліфтери з ліктями та інвертовані наклейки, що з'єднують їх з клавішами. Механізм працює точно так само, як і механізм вертикального фортепіано.

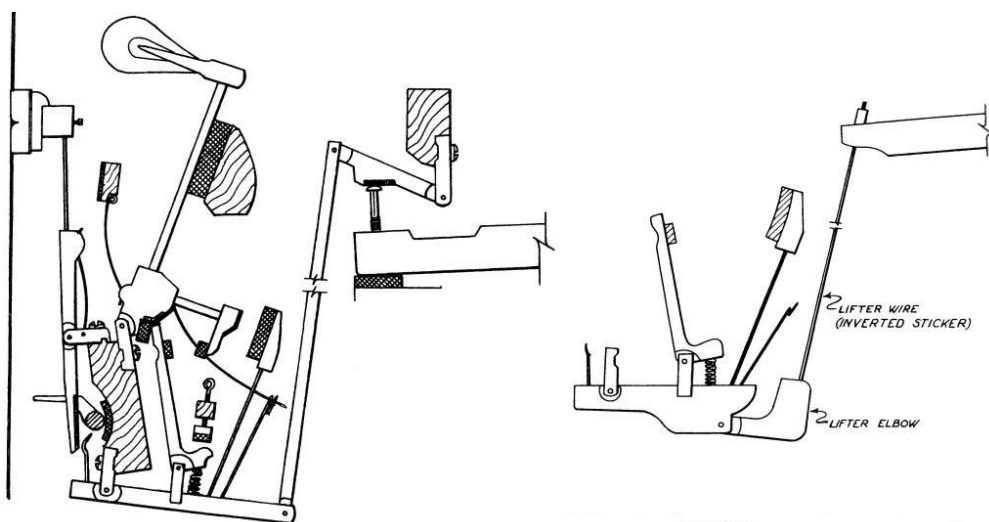


Рис. 65. Ліворуч зображено механізм спінета з дерев'яним інвертованим штовхачем, що кріпиться до кінця фігури. Праворуч - інший часто вживаний стиль механізму спінета з коліном підйому, що з'єднує фігуру з тягою підйому (інвертованим штовхачем)

Деякі кріплення механізму з падінням простягаються до самої фортепіанної рами вгорі механізму, що усуває необхідність у верхніх болтах кріплення механізму. Це також усуває ризик згинання або іншого пошкодження демпферів під час зняття або встановлення механізму.

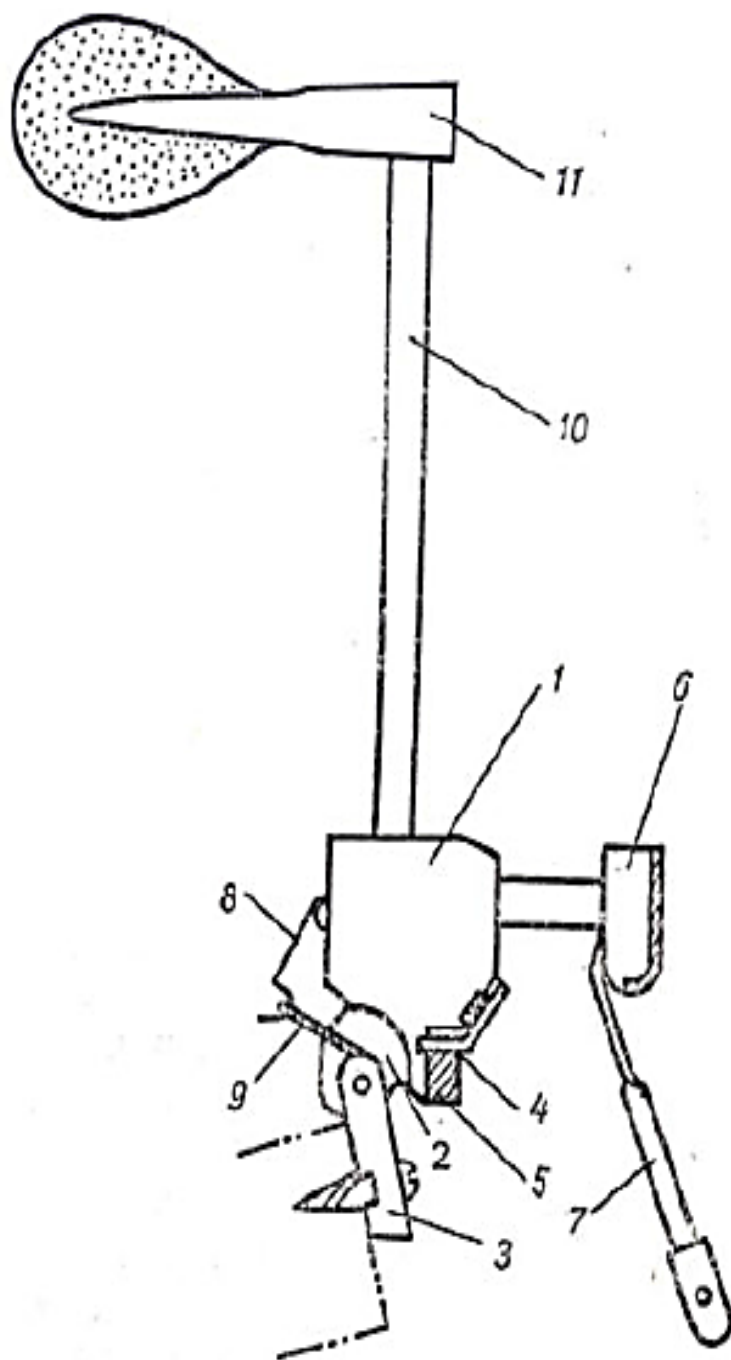


Рис. 66. Молоточковий вузол. Вид збоку. 1 – основа вузла, 2- виріз для кріплення капсюля, 3- капсюль з шурупом, 4 – заглиблення для штовхача, 5- подушечка, 6 – контрфенгер, 7 – бентик, 8 – гачкоподібна пружина, 9 – шнур капсюля, 10 – ніжка молоточка, 11 – молоточкова голівка

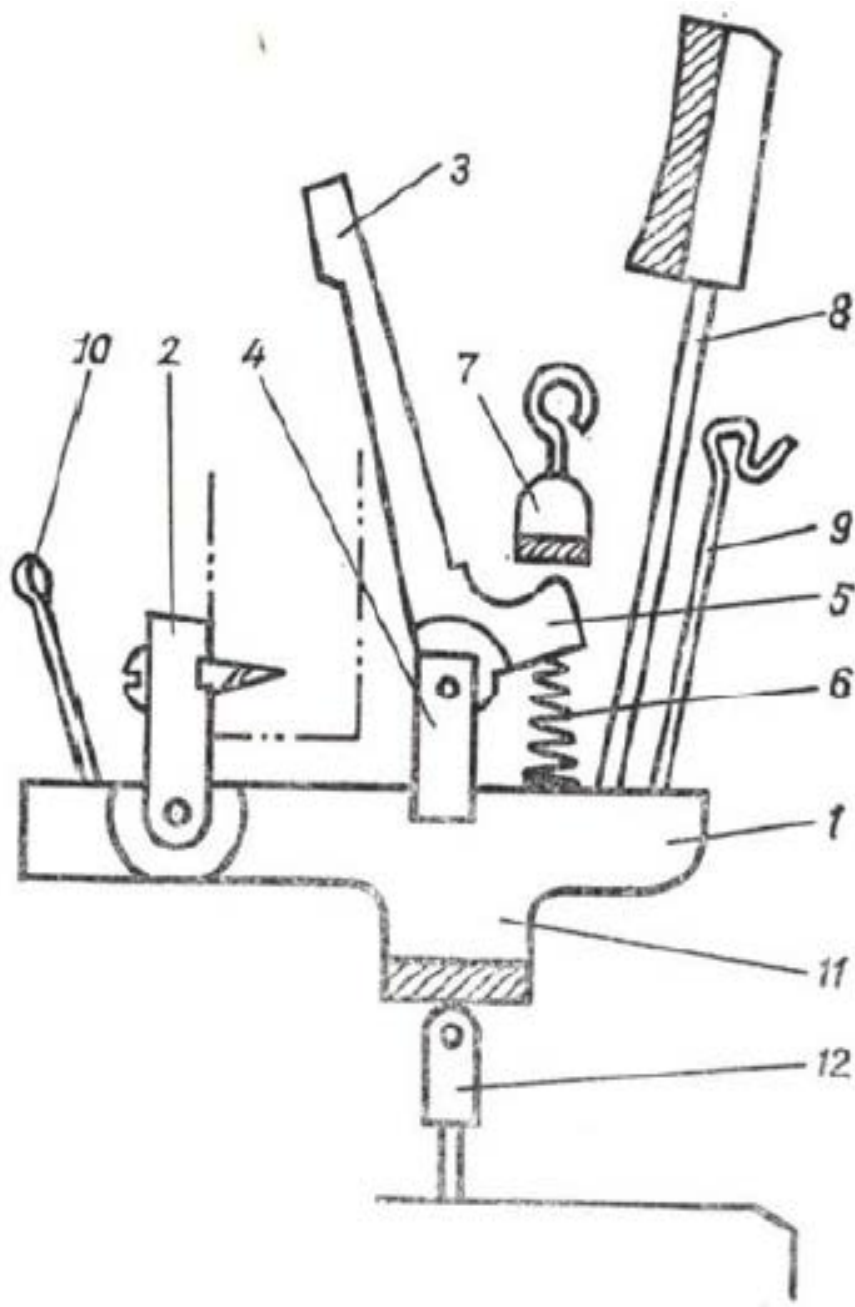


Рис. 67. Фігурний вузол. Вид збоку. 1 - підставка, 2 – капсюль з шурупом, 3 – штовхач (джек), 4 – капсюль джека, 5 – п'ятка, 6 – спіральна пружина, 7 – ауслейзерна пупка (вимикач), 8 – фенгер, 9 – гачок, 10 – демпферна ложка, 11 – коліно фігури, 12 – пілот

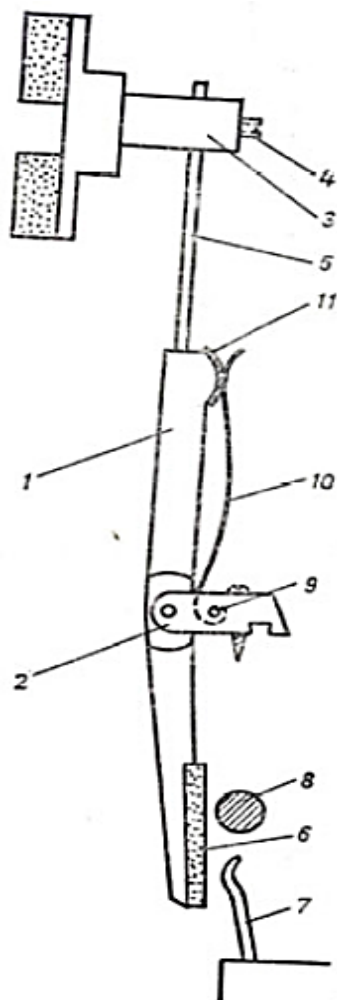


Рис. 68. Вузол демпфера. Вид збоку. 1 – основа, 2 – капсюль з шурупом, 3 – головка демпфера, 4 – гвинт кріплення демпфера, 5 – демпферний дріт, 6- суконна смужка, 7 – демпферна ложка, 8 – штанга правої педалі (розріз), 9 – вісь кріплення пружинки, 10 – пружина, 11 – флейка, місце упору важеля пружини

Додаткова та використана література

1. Carl-Johan Fors Piano and Grand Piano Repair Yrkesopplaering ans Publishing House, Oslo, Norway 1998
2. Reblitz, Arthur (1993), Piano Servicing, Tuning, and Rebuilding (вид. 2nd), Vestal Press
3. Regulation and Repair Piano and Player Mechanism together with Tuning as Science and Art Edward Lyman Bill, Publisher Madison Avenue, New York 1909
4. The Craft of Piano Tuning BY Daniel Levitan, THE SOUNDBOARD PRESS, NEW YORK.

Лекція 9. Молоточковий вузол.



qr-code 13. Молоточковий вузол – 3д модель



qr-code 14. Капсюль молоточкового вузла – 3д модель

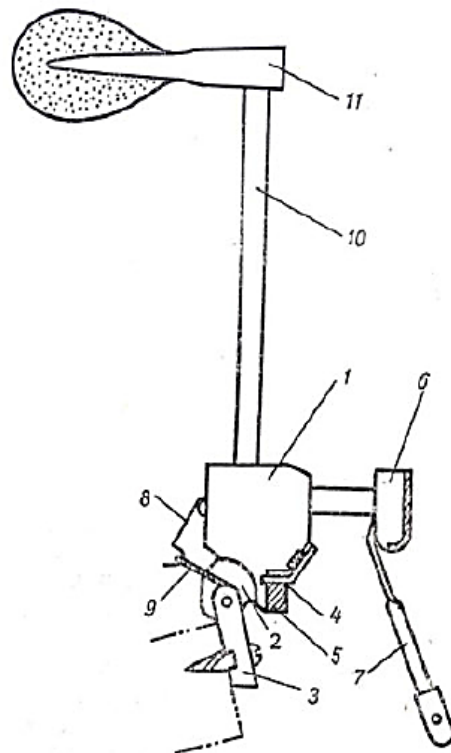


Рис. 69. Молоточковий вузол. Вид збоку. 1 – основа вузла, 2- виріз для кріплення капсюля, 3- капсюль з шурупом, 4 – заглиблення для штовхача, 5- подушечка, 6 – контрфенгер, 7 – бентик, 8 – гачкоподібна пружина, 9 – шнур капсюля, 10 – ніжка молоточка, 11 – молоточкова голівка

Оснoву молоточкoвoгo вузлa стaнoвить кoлoдкa (шyльтeр). Нa пeрeдній чaстині шyльтeрa фрeзoвaний вистyп, oбклeєний мiцнoю стрyгaнoю шкiрoю – зaмшeю. Нижчe вистyпy нaклeюєтьсe пoдyшeчкa з м'якoї пружнoї пoвстi (вeбфiльцa). Нa цю пoдyшeчкy спирaeтьсe шпiлeр. Вищe вистyпy, нa кoрoткій пaлиці, зaкріплeний гaльмівний бaшмaчoк – кoнтрфeнгeр, який вxoдить y кoнтaкт iз фeнгeрoм. У вeрxній чaстині шyльтeрa вклeєнa мiцнa крyглa пaличкa (гaмeрштiль), щo зaвeршyєтьсe удaрним мoлoтoчкoм. З тильнoгo бoкy шyльтeрa вистyпae нeвeликa лaтyннa пружинa, з'єднaнa кiнцeвим гaчкoм з пeтeлькoю зi шнуркa, приклeєнoгo дo вилoчки шyльтeрнoгo кaпсyлeя. Рoзширюючись, пружинa вiдкидae мoлoтoчoк вiд стрyн.

Поломка ніжки молоточка

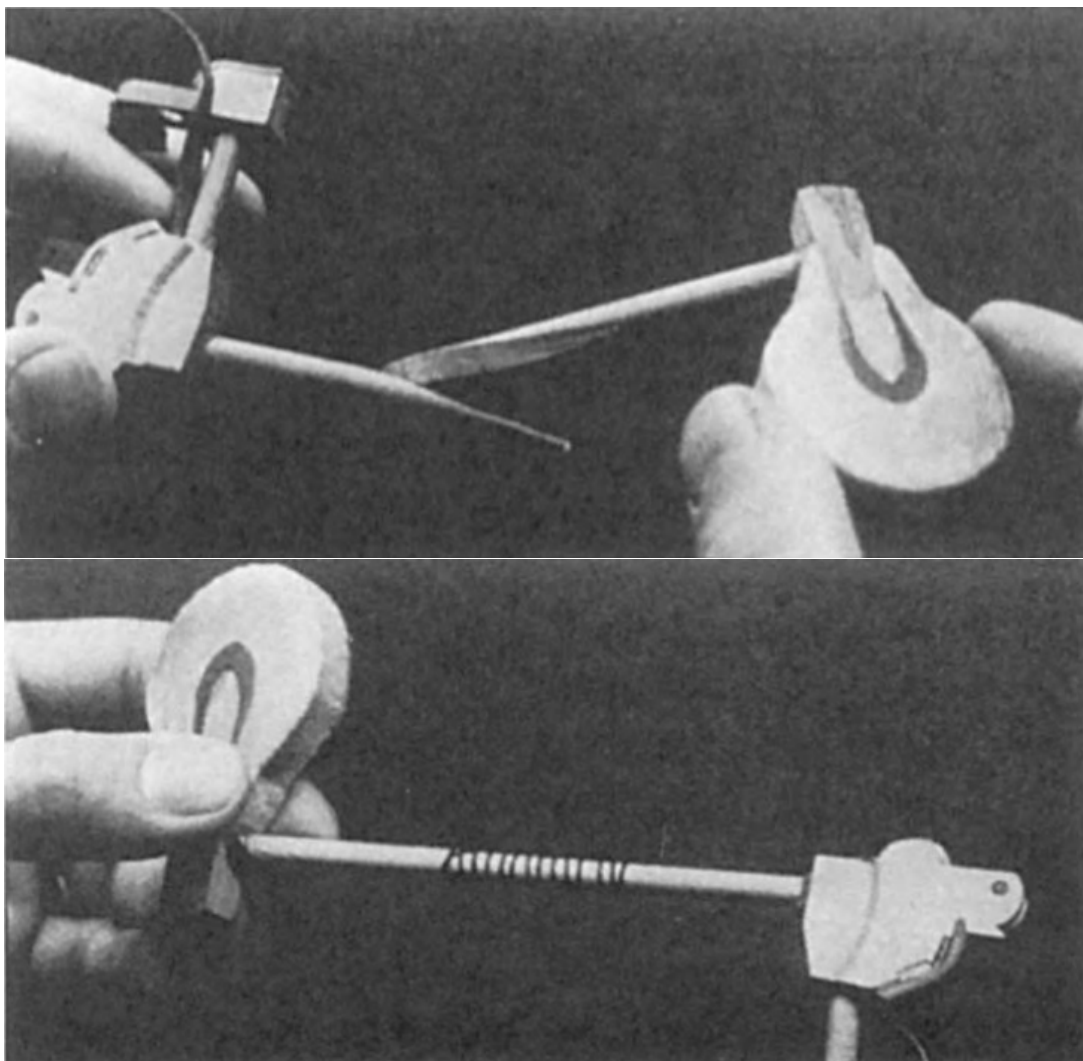


Рис. 70. Ремонт ніжки молоточка. Добре вирівняний стик з нанесеним спеціальним клеєм для дерева обмотується ниткою для міцності

Ніжка молоточка зазвичай ламається поблизу середини, як показано на рисунку 70. Перед початком ремонту потрібно демонтувати з механізму хвостовик молоточка (або фланець у роялі) за допомогою фланцевої викрутки. Будьте обережні при виконанні цієї операції в роялі – **не докладайте надмірних зусиль до упору**, оскільки є ризик:

- погнути осьовий штифт упору,
- зламати фланець упору,
- відламати упор від коромисла,
- зламати фланець коромисла.

Ремонт зламаної ніжки молоточка:

1. Нанесіть аліфатичний клей на місце зламу.
2. Вирівняйте та з'єднайте обидві частини.
3. Стисніть їх і видаліть надлишки клею.
4. Обмотайте місце з'єднання міцною килимовою ниткою.
5. Після висихання клею зніміть нитку та обробіть місце шліфувальним папером.

Також можна використовувати **ремонтні муфти**, які бувають двох видів:

- **Коротка муфта** – цільна.
- **Довга муфта** – розрізна, тому її можна закріпити з натягом навколо зламаного стержня.

При використанні муфт будь-якого типу спочатку потрібно нанести клей на місце зламу перед складанням. **Не використовуйте ремонтні муфти у фортепіано високої якості**, оскільки додана вага муфти змінює характер взаємодії молоточка зі струною.

Заміна ніжки молоточка в роялі:

1. Видаліть обломок старої ніжки з головки молоточка за допомогою рояльного знімача ніжки молоточка.
 - о У роялях ніжка проходить крізь молоточок наскрізь, тому знімач просто його виштовхує.
2. Оберіть нову ніжку, **ідентичний оригіналу**, щоб зберегти правильну відстань від кулачка молоточка до осьового штифта.
3. Якщо точна заміна неможлива, використовуйте універсальну ремонтну ніжку, яку можна встановити у правильне положення.

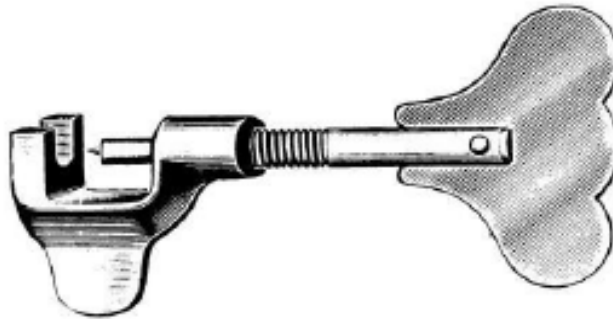
Заміна ніжки в фортепіано

Щоб замінити ніжку у фортепіано, видаліть уламки з головки молоточка та хвостовика за допомогою спеціального екстрактора. Оскільки в фортепіано ніжка не проходить через головку молоточка наскрізь, такий екстрактор потребує затиснення стержня. Перед використанням цього пристрою очистіть залишки старого клею навколо стержня, щоб послабити з'єднання.



Один із варіантів відновлення стрижня за допомогою муфти.

Вигляд показано з вирізом для наочності.



Знімач для стрижня молоточка рояля.



Підготовлений для встановлення стрижень молоточка рояля.

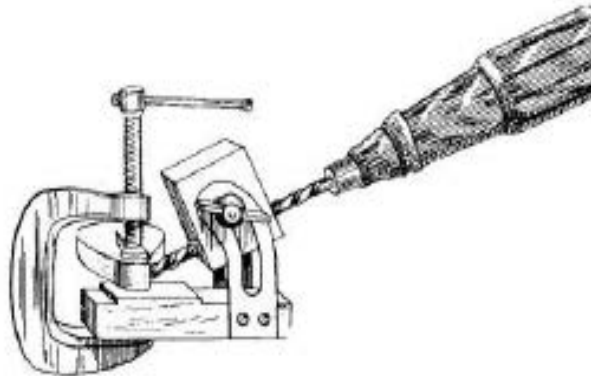


Розбирання молоточка піаніно за допомогою екстрактора із затискачем.

Рис. 71. Види ремонту ніжки молоточка.

Якщо ніжку зламали трохи далі від поверхні хвостовика чи головки, позначте центр стержня шилом як найточніше і висвердліть бором. Перед свердлінням ретельно виберіть напрямок свердла.

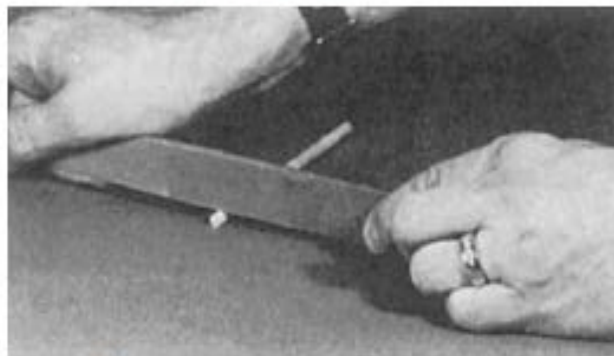
Відріжте нову ніжку до потрібної довжини і нанесіть накатку на кожен кінець накатним роликом або краєм великого грубого напилка. Можна обережно обтиснути ніжку звичайними плоскогубцями, тримаючи їх перпендикулярно осі стержня.



Бор для хвостовика та головки молоточка.



Накатний ролик для стрижня молотка.



Накочування краєм великого напилка.

Рис. 72. Інструменти для ремонту ніжки молоточків.

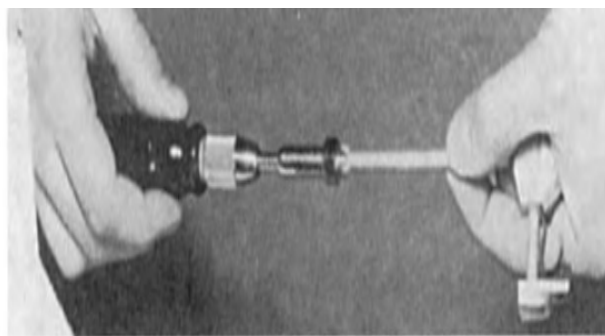


Рис. 72.1. Інструмент для обробки ніжки молоточка

Це покращить клейове з'єднання.

Встановіть хвостовик у механізм і перевірте посадку стержня та головки молоточка. Після цього виконайте склеювання, вирівнявши молоточок відносно сусідніх молоточків.

Відсутність молоточка

Якщо молоточок відсутній, ретельно огляньте внутрішню частину фортепіано. Часто втрачені молоточки можна знайти десь на дні інструмента. Якщо пошуки не дали результату, знайдіть заміну від непридатного до гри фортепіано. У такому випадку варто звернутися до майстра, який займався заміною молоточків у кількох інструментах і, ймовірно, зберіг кілька старих.

«Підстрибування» молоточків

Якщо шкіра на хвостовику має заглиблення в місці контакту з упором, молоточок підстрибує, коли упор проходить через зношене місце. Найкращим ремонтом буде заміна шкіри та тканини за потреби. Проте якщо товщина шкіри ще дозволяє її використання, її форму можна тимчасово відновити, підклавши під неї вовняну пряжу.

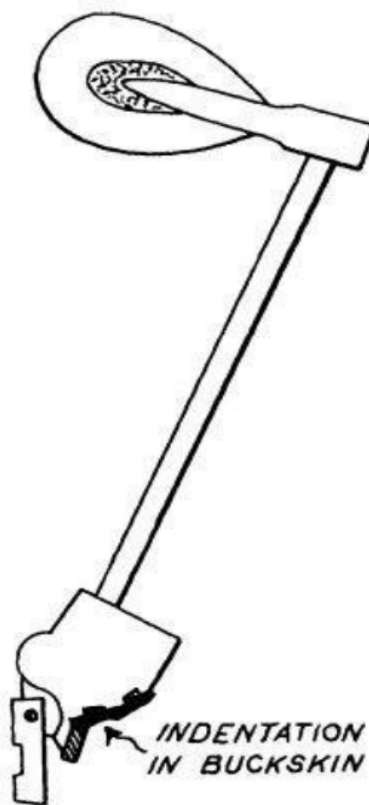


Рис. 73. Тимчасове усунення заглиблення на шкірі за допомогою її заповнення штопальною ниткою та двудюймовою голкою

Поломка пружин хвостовика молоточка

Якщо пружина хвостовика молоточка відірвалася від пружинної планки, встановіть ремонтну пружину. Проколiть маленький отвір у деревині дуже гострим тонким шилом і вкрутіть пружину на місце, використовуючи тримач для гвинтів.

Заміна зношених молоточків

Щоб відновити початкову форму ударної поверхні молоточка:

1. Проведіть гострим олівцем по кожній зі сторін голівки молоточка лінію, що проходить через центр молоточка і впоперек зношеної поверхні, щоб визначити **точку удару** (якщо форма молоточка ще правильна і потрібна лише мінімальна корекція, розмітка не потрібна).

2. Обробіть молоточок наждачним папером у вказаному напрямку, поки не буде прибрано заглиблення і відновлено форму.

3. Міцно утримуйте молоточок іншою рукою під час обробки, щоб уникнути пошкодження осевого штифта, фланця чи опорних втулок. Для обробки використовуйте:

- плоску дерев'яну дощечку з наклеєним корундовим наждачним папером №80,
- або фабричну оправку зі змінним наждачним папером.

Після обробки грубим наждачним папером, додатково відшліфуйте поверхню наждачним папером №150.

Може бути використаний у будь-якій ситуації, коли необхідно видалити старий клей або зменшити діаметр стрижня. Регулювання внутрішнього діаметра ріжучої частини здійснюється шляхом обертання накатної гайки.

Обробку слід виконувати **обережно**, щоб уникнути округлення молоточка від одного боку до іншого. **Не обробляйте крайні дискантові молоточки** таким способом, адже легко можна оголити деревину або послабити фетр, який струна швидко проб'є. Краще, щоб дискантовий молоточок мав рівний фетр, ніж деревина, що безпосередньо б'є по струні.

Дуже важливо обробляти молоточки точно, зберігаючи точки удару в початковому положенні – це забезпечить найкращу якість звучання. Якщо обробка виконується неакуратно, а точка удару зміщується, звук буде нерівномірним від ноти до ноти.

Основні правила обробки:

- Видаляйте **рівну кількість фетру** з обох боків молоточка, щоб зберегти його симетричну форму.

- Якщо знімати більше фетру з верхньої частини, ніж із нижньої, то з часом це призведе до **глухого удару** через зміщення точки контакту.

Щоб перевірити точність обробки:

- Огляньте кожен молоточок під різними кутами – його форма має відповідати формі нових молоточків (див. рисунок 74).

- Верхівка та основа кожного молоточка повинні бути **перпендикулярні** до бокових сторін.

- Точка удару молоточка повинна бути **паралельною струні**, якщо дивитися зверху.

- Проведіть пальцем по випуклій частині молоточка, щоб переконатися, що вона рівномірно розташована навпроти випуклості дерев'яної частини.

Фінальне випробування

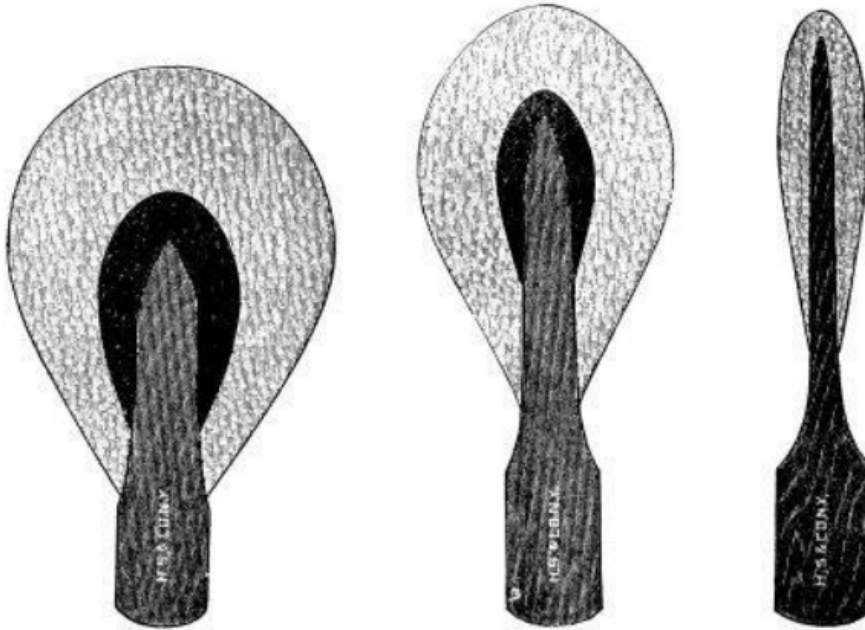


Рис. 74. Вигляд нових молоточків

Після завершення формування всіх молоточків, встановіть їх у механізм і перевірте, чи кожен молоточок торкається всіх струн в унісон. Для цього іншою рукою щипніть кожен струну окремо – молоточок повинен заглушувати їх **однаково**. Якщо одна струна звучить довше за інші, значить, молоточок не торкається всіх струн одночасно, і його форму потрібно підкоригувати.

Інструменти для формування молоточків

Окрім ручного методу, існує портативний механізований пристрій із наждачним барабаном, який можна придбати у фортепіанних компаніях.

Однак його використання має обмеження:

- Обробка виконується **швидше**, ніж вручну, але зростає ризик **прорізання фетру і деформації форми**.
- Не використовуйте цей пристрій для ремонту інструментів із **незначними змінами тону**.
- У високоякісних фортепіано **формування молоточків виконується тільки вручну**.

Якщо **дискантові молоточки повністю зношені до деревини**, проведіть їх **часткову або повну заміну**.

Додаткова та використана література

1. Carl-Johan Fors Piano and Grand Piano Repair Yrkesopplaering ans Publishing House, Oslo, Norway 1998
2. Reblitz, Arthur (1993), Piano Servicing, Tuning, and Rebuilding (вид. 2nd), Vestal Press
3. Regulation and Repair Piano and Player Mechanism together with Tuning as Science and Art Edward Lyman Bill, Publisher Madison Avenue, New York 1909

Лекція 10. Демпферний вузол.



qr-code 15. Демпферний вузол – 3д модель



qr-code 16. Фігура – 3д модель

Кожен демпфер складається з вертикального важеля – демпфергальтера, який гойдається на своєму капсюлі. На верхньому кінці дроту демпфергальтера закріплена та затиснута гвинтом демпферна пупка. До пупки приклеєна сама демпферна головка з фасонним або пласким пружним повстяним шаром, що заглушує струни.

Щоб забезпечити повне заглушення струн, демпфергальтер, а відповідно й демпферна головка, підтримуються латунною пружиною, нижній кінець якої закріплений у демпферному капсюлі, а верхній упирається у виїмку демпфергальтера. Завдяки демпферним ложкам на фігурі, робиться хід фігур, що штовхають молоточки до струн, що викликає відхід демпферів від струн, тобто забезпечує вільне звучання. А на зворотному ході механізму пружини притискають демпфери до струн і припиняють їхнє звучання.

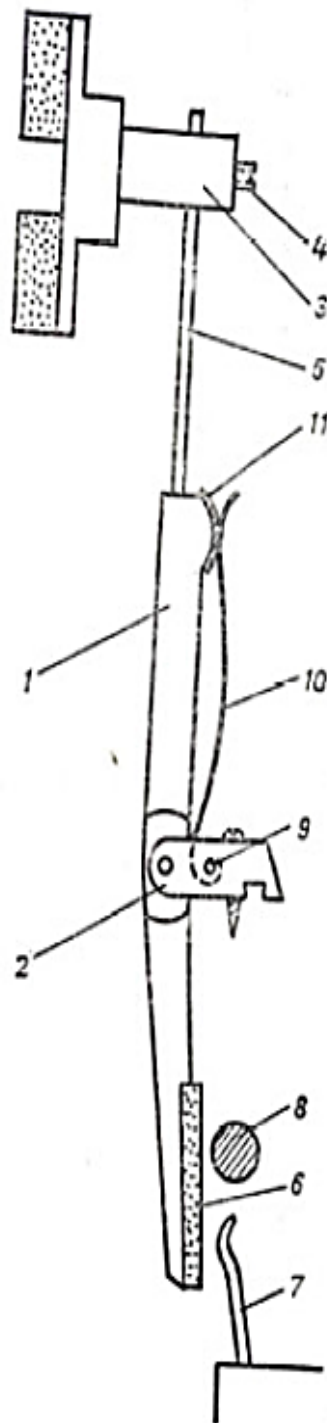


Рис. 74. Вузол демпфера. Вид збоку. 1 – основа, 2 – капсуль з шурупом, 3 – головка демпфера, 4 – гвинт, 5 – демпферний дріт, 6- суконна смужка, 7 – демпферна ложка, 8 – штанга правої педаль (розріз), 9 – вісь кріплення пружинки, 10 – пружина, 11 – флейка, місце упору важеля пружини

Увесь молоточковий механізм спирається на металевій стійці, до яких прикручується гаммербанк. Спереду вздовж усього механізму змонтований спарений із двох деталей рулейстик. Зовнішній нерухомий брусок прикручений своїми кінцями до стійок механізму, внутрішній брусок, закріплений

на шарнірах-капсюлях, може повертатися. На цьому рухомому бруску наклеєна смуга товстого пружного сукна – молоточковий польстер, який є подушкою для молоточків у їхньому вихідному положенні.

На лівому краю рухомого рулейстика прикручений плаский металевий гачок. Коли на нього знизу натискає підйомна тяга, пов'язана з лівою педаллю, рулейстик одночасно зсуває всі молоточки ближче до струн. У цьому випадку робочий хід молоточків, значно вкорочений дією педалі, призводить до зменшення сили удару по струнах – це дія лівої педалі *piano*.

З тильного боку гаммербанка, під демпфергальтерами, на шарнірах підвішена сталева кругла штанга, що закінчується виступаючим зліва гачком. У вихідному положенні штанга входить у жолобок, фрезований уздовж усього гаммербанка, і не заважає нормальній роботі демпферів. При натисканні правої педалі підйомна тяга, з'єднана з нею, натискає на гачок штанги, яка, повертаючись на шарнірах, виходить назовні та відводить усі демпфери від струн – це дія правої педалі *forte*.

Поради по ремонту

Взаємодія зі струнами. У демпферів, які працюють належним чином, важливо, щоб важелі вільно переміщувалися, пружини (для фортепіано) були в хорошому стані, тяги (для рояля) вільно рухалися в отворах направляючої планки, а фетр мав правильний контакт зі струною без перекосів.

Якщо пружини демпфера в фортепіано зламалися, їх необхідно замінити пружинами такого ж типу демпфера. Для використання пружин оригінального типу придбайте нові пружини різної жорсткості та довгий фланцевий шнур демпфера у фортепіанній компанії. Виберіть пружину, яка найбільше відповідає оригіналу. Видаліть осьовий штифт фланця, демонтуйте фланець і важіль демпфера, вийміть старий шнур та зламану пружину. Засуньте назад тканинну оболонку з кінця нового шнура, обріжте близько дюйма серцевини, засовуйте оболонку назад і надайте їй загострену форму за допомогою клею. Після висихання клею вставте нову пружину у фланець демпфера і протягніть шнур через отвір. Якщо оригінальний шнур не відклеєний, обріжте зайвий шнур, з'єднайте штифтом фланець і важіль та встановіть вузол у фортепіано. (Якщо шнур був приклеєний, приклейте його кінець до тонкої сторони фланця, як це робиться з новою фланцевою втулкою).

Простою альтернативою заміні оригінальної пружини демпфера є використання ремонтної пружини демпфера, як показано на рисунку.

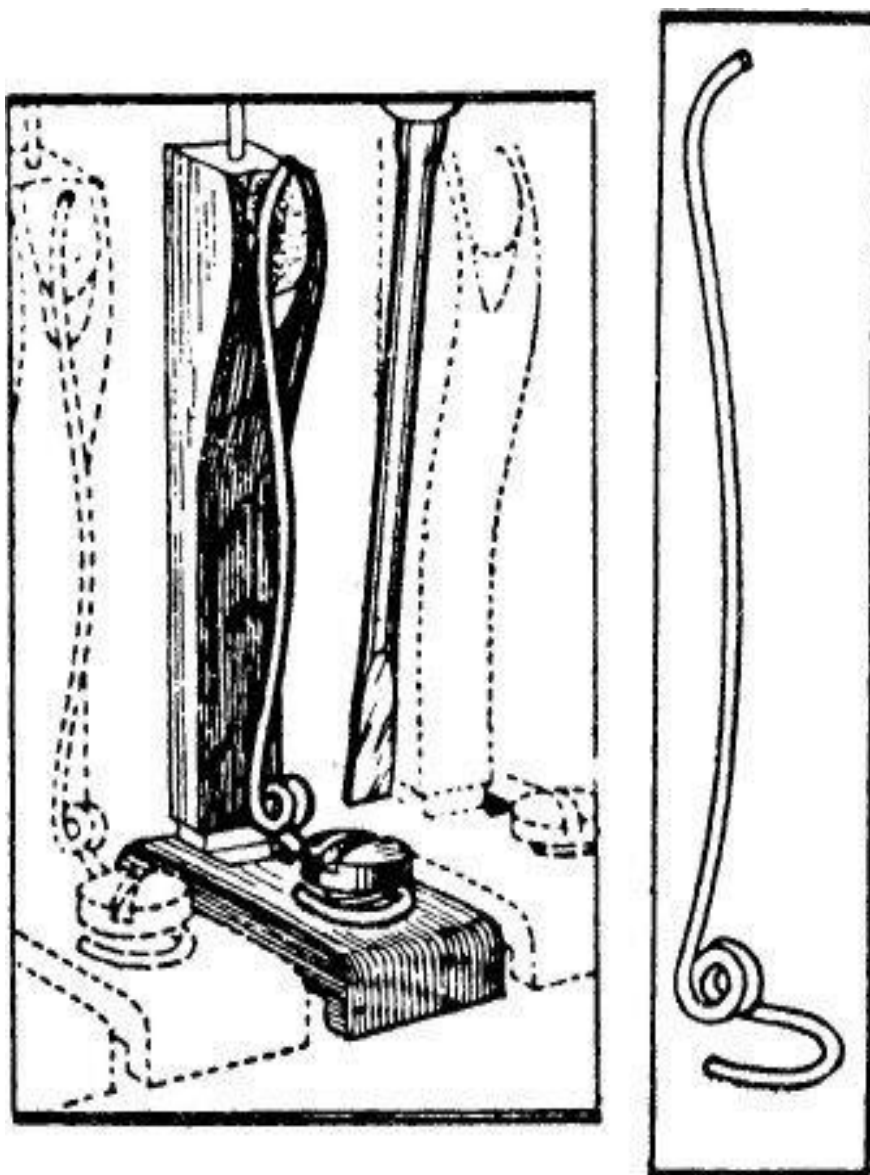


Рис. 75. Демпферна пружина

Якщо демпфер рояля не рухається, коли ви відпускаєте клавішу, огляньте механізм, щоб переконатися, що причина не прихована занадто глибоко в фортепіано, наприклад, у з'єднанні клавіш з важелями демпфера або інших частинах, які взаємодіють із механізмом *sostenuto*. Якщо проблема не в цьому, зніміть механізм і визначте причину: защемлення тяги демпфера в отворах втулок планки направляючих або важке переміщення важелів. Щоб усунути защемлення тяги демпферів, зробіть отвори у втулках вільнішими, вставте тягу демпфера більшого діаметра, щоб трохи ущільнити тканину. Якщо тяга зігнута, що іноді призводить до защемлення в направляючій втулці, вирівняйте її по можливості та закріпіть головку демпфера на тязі. У випадку, коли підйомний важіль рухається важко, застосуйте змазку для осьового штифта. Якщо це не допомагає, зніміть важіль з фортепіано та поверніть

опорні втулки фланців. У деяких фортепіано можна досить легко видалити несправний важіль, але іноді зустрічаються конструкції, де потрібно зняти всі демпфери і планку важелів демпфера повністю, щоб дістатися до гвинтів фланців. Нумеруйте всі деталі, які ви демонтуєте, і розкладайте їх у правильному порядку.

Коли відрегульований демпфер переміщається вільно, але не глушить струну, це означає, що він не прилягає до струни. Дозвольте демпферу встати в положення самостійно і перевірте кожну струну окремо, перевірте візуально і підгніть демпфер на тязі до отримання сталого контакту зі струною.

Якщо струна звучить, коли демпфер контактує з нею, можливо, фетр занадто жорсткий або вологий. Пом'якшіть фетр, використовуючи молоточок для обробки звуку. Якщо демпфер все ще не працює, замініть фетр.

Додаткова та використана література

1. Carl-Johan Fors Piano and Grand Piano Repair Yrkesopplaering ans Publishing House, Oslo, Norway 1998
2. Reblitz, Arthur (1993), Piano Servicing, Tuning, and Rebuilding (вид. 2nd), Vestal Press
3. Regulation and Repair Piano and Player Mechanism together with Tuning as Science and Art Edward Lyman Bill, Publisher Madison Avenue, New York 1909
4. The Craft of Piano Tuning BY Daniel Levitan, THE SOUNDBOARD PRESS, NEW YORK.

Лекція 11. Кінематика клавішно-молоточкового механізму. Клавішний вузол



qr-code 17. Кінематика клавішно-молоточкового механізму рояля – 3д модель

Клавішний вузол – це поєднання важелів клавіш і клавіатурної рами. Клавіатурна рама складається з трьох поздовжніх брусків (переднього, середнього, заднього) та поперечних з'єднувальних планок.

Середній брусок (**вагебанк**) має зверху додаткову букову накладку, в яку вмонтовані тонкі опорні штифти для встановлення клавіш. Кожна клавіша повинна мати лише один ступінь свободи – можливість хитання у вертикальній площині. Щоб запобігти поперечним рухам і зіткненням із сусідніми клавішами, на передньому кінці кожної клавіші знизу розташоване капсульне гніздо, обклеєне сукном або шкірою, яким клавіша надівається на короткий плоский напрямний штифт, забитий у букову рейку переднього бруска рами.

Другий накладний капсуль, який також обмежує поперечне хитання клавіші, приклеюється зверху клавіші, охоплюючи опорний штифт суконними або шкіряними прокладками.

Щоб під час гри клавіші не стукали об бруски клавіатурної рами, у місцях контакту встановлюють суконні прокладки. Для цього вздовж заднього бруска наклеюють смугу пружного сукна – **клавіатурну подушку (польштер)** розміром $5(6) \times 30$ мм. На опорні штифти надягають малі суконні шайби товщиною 1–1,5 мм і діаметром 15 мм, а на напрямні штифти переднього бруска – товсті суконні шайби товщиною 5–6 мм і діаметром 20–22 мм.

Раніше лицьова частина клавіш покривалася пластинками зі слонової кістки, а чорні виготовлялися з відполірованих брусків чорного дерева або груші, глибоко просочених чорними барвниками.

Нині біле облицювання виконується з пластику-сополімеру, так само, як і чорні.

На задніх кінцях клавіш встановлені **пілоти**, що складаються з циліндричної головки, нагвинченої на металеву ніжку. Пілоти забезпечують контакт клавіш із фігурами молоточкового механізму.

Конструкція механізму

Основу механізму становить буковий брусок – **гаммербанк**. До нього шурупами з напівкруглими головками кріпляться капсулями всі робочі частини механізму: **фігури, шультери, демпфергальтери**.

Кожен **капсуль** – це невеликий вилкоподібний кронштейн, у стінках якого просвердлені наскрізні отвори, обклеєні міцним капсульним сукном.

У таких безшумних еластичних суконних втулках обертається полірована латунна вісь, яка своєю середньою частиною щільно запресована в основну робочу деталь механізму.

Принцип дії механізму

Палець виконавця, вдаряючи по клавіші, змушує її повертатися навколо опорної точки, унаслідок чого задня частина клавіші піднімає пілот, пілот підіймає фігуру. Шпілер, рухаючись разом із фігурою вгору, штовхає молоточковий вузол. Молоточок, відриваючись від польстера рулейстика, обертається навколо своєї осі та вдаряє по струнах.

Шпілерна пружина, яка постійно притискає шпілер (джек) під шультерний виступ, створює ризик, що шпілер буде утримувати молоточок у контакті зі струнами, заглушаючи їхнє звучання. Щоб запобігти цьому, необхідно у певний момент вивести шпілер з-під шультерного виступу за допомогою ауслезерної пупки. Коли молоточок наближається до струн на кілька міліметрів, коліно шпілера впирається в ауслезерну пупку, і його поступальний рух перетворюється на обертальний (у напрямку від шультера). Завдяки цьому молоточок, ударивши струни, може вільно відскочити назад.

Якщо в цей момент зняти палець із клавіші, вона під дією ваги фігури опуститься на польстер. Повернення фігури вниз викличе роз'єднання шпілера з ауслезерною пупкою, після чого шпілер буде відкинутий спіральною пружинкою під шультерний виступ молоточкового вузла. Молоточок, не зустрічаючи перешкод, опуститься на польстер рулейстика.

Робочий такт завершено, звук видобуто, і механізм знову готовий до роботи. Однак під час гри часто виникає необхідність затримувати клавішу в натиснутому положенні. У цьому випадку пілот утримує фігуру у піднятій позиції. Оскільки фігура при підйомі обертається навколо осі, фенгер, роблячи дугу, рухається назустріч молоточкові. Молоточок, відскакуючи від струн, своїм контрфенгером входить у контакт із фенгером фігури та зупиняється у проміжному положенні.

При поступовому відпусканні клавіші разом із нею починає опускатися і фігура. Шпілер роз'єднується з ауслезерною пупкою та відводиться своєю пружиною під шультерний виступ. Опускання фігури зменшує до нуля силу тертя між фенгером і контрфенгером, тим самим звільняючи молоточковий вузол. Таким чином, навіть не відпустивши клавішу до кінця, механізм уже перебуває у вихідному стані готовності до роботи.

Повторення ударів із зменшеного ходу клавіш (приблизно з половини їхнього повного ходу) значно підвищує швидкість гри. Ця властивість механізму називається **репетицією**.

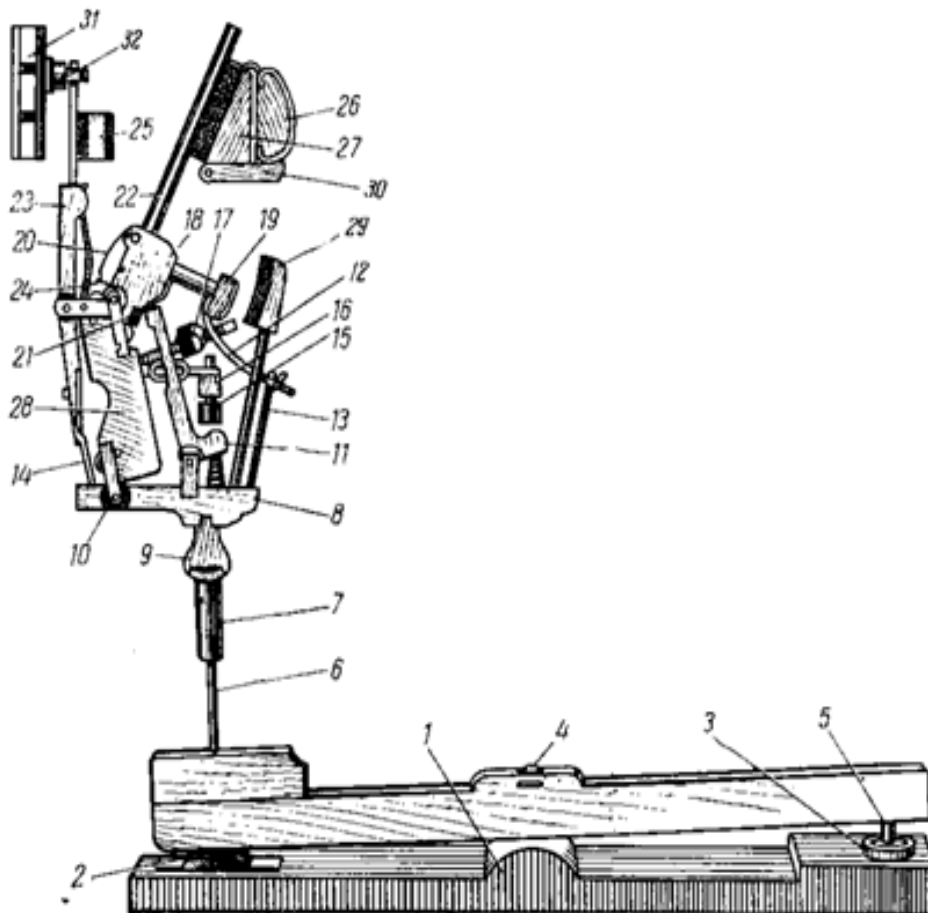


Рис. 76. Механізм фортепіано: 1 – вагебанк; 2 – клавіатурний польстер; 3 – друкшайба; 4 – опорний штифт; 5 – напрямний штифт; 6 – пілотний дрiт; 7 – пілотна головка; 8 – фігура; 9 – фігурний виступ; 10 – фігурний капсуль; 11 – шпілер; 12 – бентік; 13 – шлейф; 14 – демпферна ложка; 15 – ауслезерна пупка; 16 – ауслезерний лейстик; 17 – шпілерний лейстик; 18 – шультер; 19 – контрфенгер; 20 – шультерна пружина; 21 – шультерна подушка; 22 – гаммерштиль; 23 – демпфергальтер; 24 – демпферна пружина; 25 – демпферний лейстик; 26 – нерухомий рулейстик; 27 – рухомий рулейстик; 28 – гаммербанк; 29 – фенгер; 30 – капсуль (петля) рулейстика; 31 – демпферна головка; 32 – демпферна пупка.

Регулювання ходу білих клавiш.

Хiд клавiшi – це вiдстань, яку вона проходить вниз до зупинки на шайбi переднього бруса, зазвичай це 3/8 дюйма (або 10 мм). Це можна вiдрегулювати, додаючи або видаляючи паперовi прокладки пiд тканинною шайбою переднього бруса.

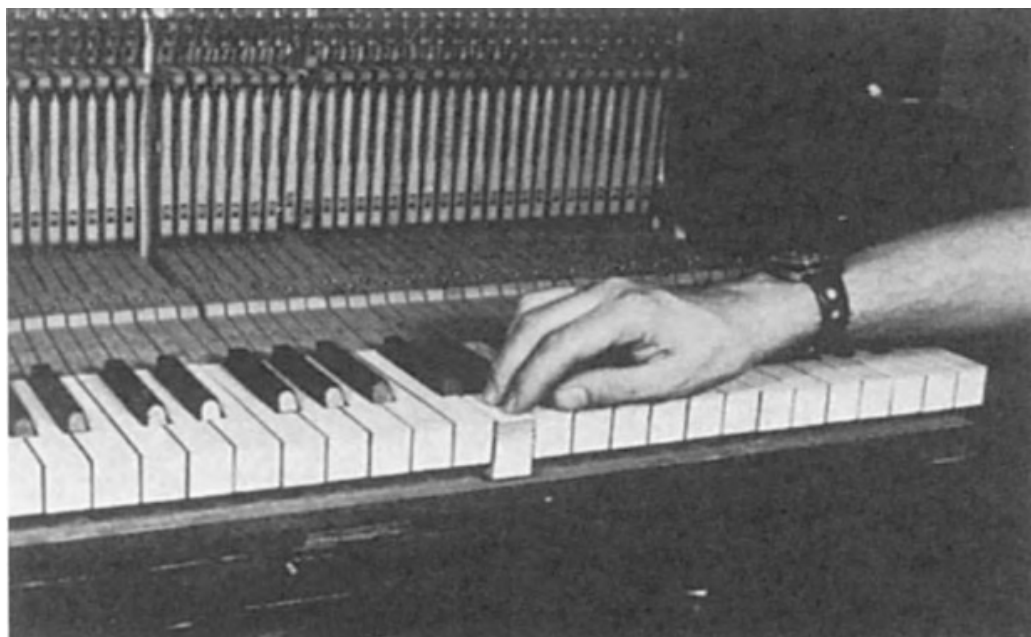


Рис 77. Натиск та перевiрка посадки клавiшi

Найпростiший iнструмент для регулювання – це будь-який шаблон товщиною 3/8 дюйма (або 10 мм). Помiстiть шаблон на кожну клавiшу, як показано на малюнку, i замiнюйте прокладки так, щоб верх шаблону зрiвнявся з вершинами сусiднiх клавiш, коли клавiша натиснута.

Простiший метод полягає в використаннi пристосування Jaras для вирiвнювання. Розмiстiть цей iнструмент так, щоб його нiжки опиралися на регульовану клавiшу. Потiм вiдрегулюйте направляючу стiйку так, щоб її вершина збiгалася з заглибленням на штоку. Коли ви натиснете клавiшу, вершина штока повинна зрiвнятися з верхом стiйки, що забезпечить хiд клавiшi 3/8 дюйма.

Кожна клавiша повинна мати достатнiй хiд, щоб при натисканнi проходити трохи далi точки, де вiдбувається роз'єднання упору i молоточка. Цей додатковий хiд у вертикальному фортепіано називається ходом пiсля контакту i є необхідним для правильного функцiонування заднього упору.

Хоча більшість механізмів вертикальних фортепіано потребують 3/8 дюйма (або 10 мм) ходу клавiші і 1 3/4 дюйма (44,5 мм) удару молоточка, для багатьох з них хiд після контакту буде недостатнім, і тому механізм не буде працювати правильно після регулювання за цими параметрами.

Щоб перевірити, чи працює механізм належним чином, натискайте кожен клавiшу, твердо притискаючи її до шайби переднього бруса. Вгорі джеку повинно вислизати достатньо вперед, так, щоб задній край вершини джеку починав відходити від зони, де він торкався шкіри хвостовика. Якщо цей край джеку залишиться на тому ж місці, де він упирався в шкіру хвостовика, механізм вже не зможе працювати належним чином.

Якщо джек виходить надто далеко, утворюючи люфт більше, ніж 1/16 дюйма між собою і шкіряною обшивкою, це означає, що вихід занадто легкий. В багатьох старих фортепіано хiд клавiші повинен регулюватися ближче до 7/16 дюйма (11 мм) замість 3/8 дюйма, щоб забезпечити достатній хiд після контакту, і такий хiд не здається неприродним.

Регулюйте хiд клавiші до 7/16 дюйма, підклеївши 1/16 дюйма прокладку до вашого шаблону ходу клавiші або відповідно налаштувавши пристосування Jaras. Якщо 7/16 дюйма ходу все ще недостатньо для нормального виходу джеку, встановіть прокладку на планку молоточків для незначного зменшення довжини удару молоточка і повторіть регулювання.

Оскільки правильне функціонування механізму залежить від співвідношення ходу клавiші та довжини удару молоточка, зменшення довжини удару дає той самий ефект, що й збільшення ходу клавiші. Надмірний хiд клавiші – більше, ніж 7/16 дюйма (11 мм) – створює відчуття дуже незручного механізму. Зменшення довжини удару молоточка трохи знижує максимальну гучність гри, але не створює відчуття неправильного механізму.

Регулювання ходу чорних клавiш (дієзів).

Хiд дієзових клавiш слід регулювати до 3/8 дюйма (або 10 мм) або 7/16 дюйма (або 11 мм), незалежно від розміру ходів білих клавiш. Для цього використовуйте пристосування Jaras і шаблон для вирівнювання клавiш.

Регулювання ходу клавiш дієзів заміною шайб переднього бруса проводиться до тих пір, поки ці клавiші не почнуть опускатися вниз на ту ж відстань, що й білі клавiші.



Рис. 78. Підкладка шайб

Після того як всі задні упори відрегульовані, хід чорних клавіш має бути встановлений таким чином, щоб зупинка молоточків відбувалась на відстані в середньому $5/8$ дюйма (або 16 мм) від струн, за умови, що фетр задніх упорів і інші частини знаходяться в хорошому стані.

Визначення відстані зупинки молоточків.

Відстань, на якій зупиняється молоточок, залежить від регулювання заднього упору і ходу клавіші. У нових високоякісних механізмах всі молоточки зупиняються на однаковій відстані від струн, якщо хід клавіш однаковий і задні упори формують пряму лінію. Однак у багатьох старих фортепіано фетри задніх упорів та інші частини зношуються нерівномірно, а в дешевих інструментах механізм не завжди складається з ідентичних частин.

Необхідність правильного ходу клавіші та відстані зупинки молоточків.

У таких випадках, навіть якщо хід клавіш однаковий і упори виглядають на одній лінії, це не гарантує, що молоточки зупиняться на однаковій відстані від струн. Найважливіше – це мати однакові ходи клавіш і однакові відстані зупинки молоточків, тому завжди регулюйте задні упори таким чином, щоб молоточок зупинявся правильно. Іноді це може означати, що упори повинні утворювати ламану лінію, а не ідеально рівну.

Остаточне випробування.

Для перевірки правильності регулювання ходів клавіш і задніх упорів програйте всі ноти по клавіатурі – спочатку м'яко, потім голосно. Кожного разу молоточок повинен зупинятися на однаковій відстані від струн, незалежно від того, на якій ноті та з якою динамікою ви граєте.

Додаткова та використана література

1. Carl-Johan Fors Piano and Grand Piano Repair Yrkesopplaering ans Publishing House, Oslo, Norway 1998
2. Reblitz, Arthur (1993), Piano Servicing, Tuning, and Rebuilding (вид. 2nd), Vestal Press
3. Regulation and Repair Piano and Player Mechanism together with Tuning as Science and Art Edward Lyman Bill, Publisher Madison Avenue, New York 1909

Лекція 12. Педальна система. Педалі вертикального фортепіано

Педалі зазвичай виготовляють із чавуну або латуні. Вони обертаються навколо сталевих штифтів, вставлених упоперек їхньої середньої або задньої частини. Ці штифти підтримуються дерев'яними, металевими або пластиковими блоками, закріпленими гвинтами на нижній дошці фортепіано.

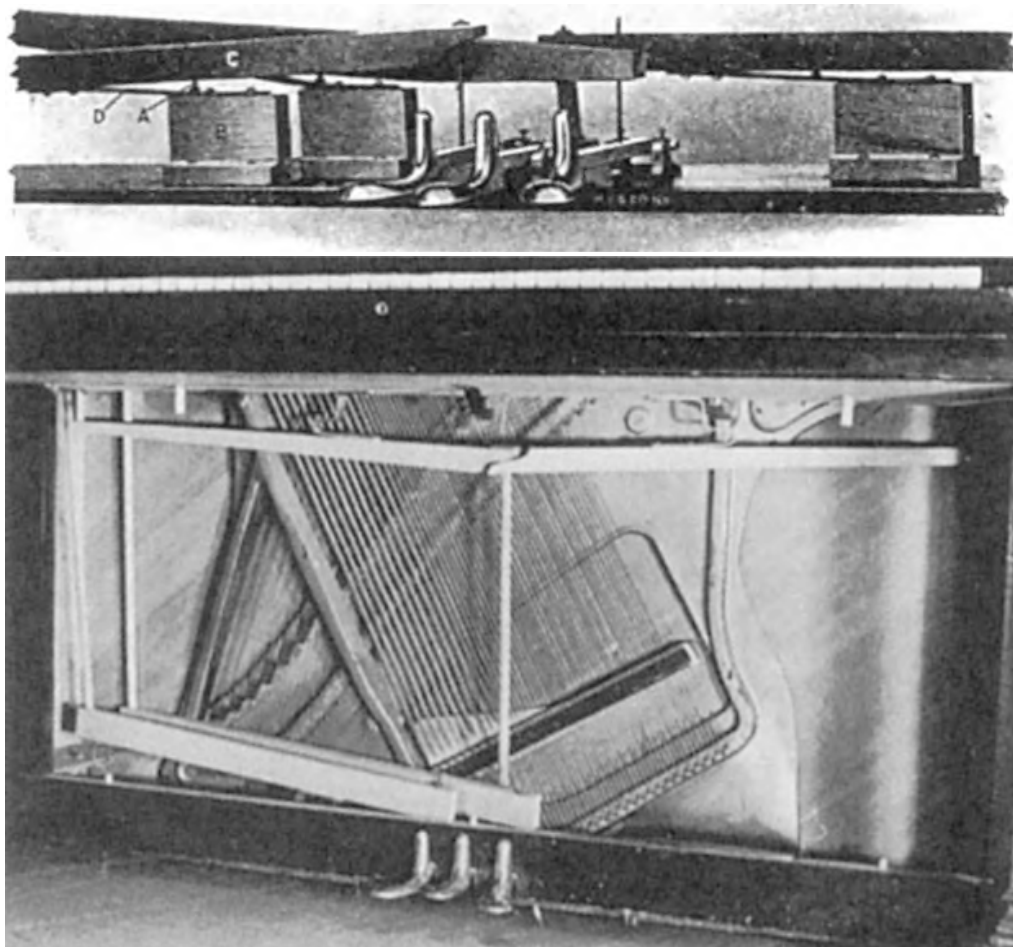


Рис. 79. Кілька варіантів конструкції педального механізму фортепіано

Багато педалей у фортепіано мають вертикальне продовження, яке називається «ріг» і загинається догори перед носковою планкою. Всередині корпусу різні сполучні тяги, штоки та важелі, відомі як трапворк, з'єднують педалі з механікою інструмента. Деякі педальні штоки входять у гнізда важелів трапворку, тоді як інші мають сталеві штифти, що вставляються у відповідні отвори трапворку та механіки.

Ліва педаль (приглушення звуку)

Ліва педаль керує молоточковою рейкою. При натисканні вона наближає молоточкову рейку разом із молоточками приблизно на половину шляху до струн. Таким чином, молоточки мають менший розмах, і, відповідно, менше енергії передається під час гри, що дає змогу отримати м'якший звук.

Права педаль (педаль сустейну)

Права педаль, або педаль сустейну, керує підйомним штоком демпферів. При її натисканні цей шток взаємодіє з важелями демпферів, піднімаючи всі демпфери від струн. У деяких фортепіано є так званий «фальшивий демпфер» – звичайний важіль демпфера, що має пружину, але не містить дроту чи головки. Він допомагає повертати підйомний шток у вихідне положення після відпускання педалі сустейну. Якщо фальшивий демпфер відсутній, шток може повертатися під власною вагою або ж м'яко спиратися на всі важелі демпферів.

Центральна педаль (состенуто або басовий сустейн)

Педаль состенуто, яка є лише у найдорожчих вертикальних фортепіано, працює аналогічно своїй версії у роялі – вона утримує вибрані демпфери піднятими.

Якщо центральна педаль використовується як басовий сустейн, вона керує другим підйомним штоком демпферів, який розташований вище або нижче основного штока і підіймає тільки демпфери басового регістру. У деяких фортепіано є лише один шток, розділений на дві частини: верхня частина підклавішна до основної педалі сустейну та має язичок, що підіймає басову частину; натомість басова частина, підклавішна до середньої педалі, не впливає на верхню.

Практична педаль (заглушення звуку)

Якщо в фортепіано є педаль для практики, вона зазвичай знаходиться посередині. Вона опускає дерев'яну або алюмінієву рейку з товстою, м'якою повстяною завісою завдовжки приблизно 4 см. Це створює значне заглушення звуку. В деяких інструментах цю педаль можна зафіксувати, натиснувши її та

зсунувши вбік, що залишає заглушну рейку опущеною й звільняє ліву ногу музиканта.

Мандоліновий ефект

Дуже рідко можна зустріти старовинні фортепіано з мандоліновим пристроєм. Це рейка з розрізаною на смужки тканиною або шкірою, до яких прикріплені дерев'яні або металеві пластинки. При натисканні середньої педалі рейка опускається, і молоточки відкидають смужки на струни, створюючи характерний дзвінкий звук у стилі «хонкі-тонк». Мандолінові пристрої частіше зустрічалися в механічних фортепіано, ніж у звичайних.

Декоративна педаль

У багатьох недорогих фортепіано, консолях і спінетах третя педаль є лише декоративним елементом. Вона може бути зовсім не підклавішна або дублювати функцію лівої педалі. Іноді вона лише частково зменшує гучність, забезпечуючи «проміжний» рівень м'якості звучання. Враховуючи, що ліва педаль у фортепіано й так має незначний ефект, виробники могли б узагалі її не підкладати.

Конструкція педального механізму

У звичайному фортепіано педальний трапворк займає багато місця в нижній частині корпусу. У механічних фортепіано нижня секція також містить нагнітальні міхи, складні педалі для прокачування повітря та інші механізми. Щоб розмістити все це обладнання, сталеві тяги, що проходять через нижню частину корпусу, з'єднують фортепіанні педалі зі штоками в задньому лівому куті. У більшості механічних фортепіано весь педальний механізм розташований нижче верхнього рівня носкової планки, що забезпечує більше місця для інших деталей.

Педалі рояля

Педалі рояля підвішені до нижньої частини клавішної рами за допомогою педальної ліри. Щоб витримувати значне навантаження, ліра кріпиться до клавішної рами великими гвинтами або болтами, а також посилюється діагональними розпірками, які зміцнюють усю конструкцію.

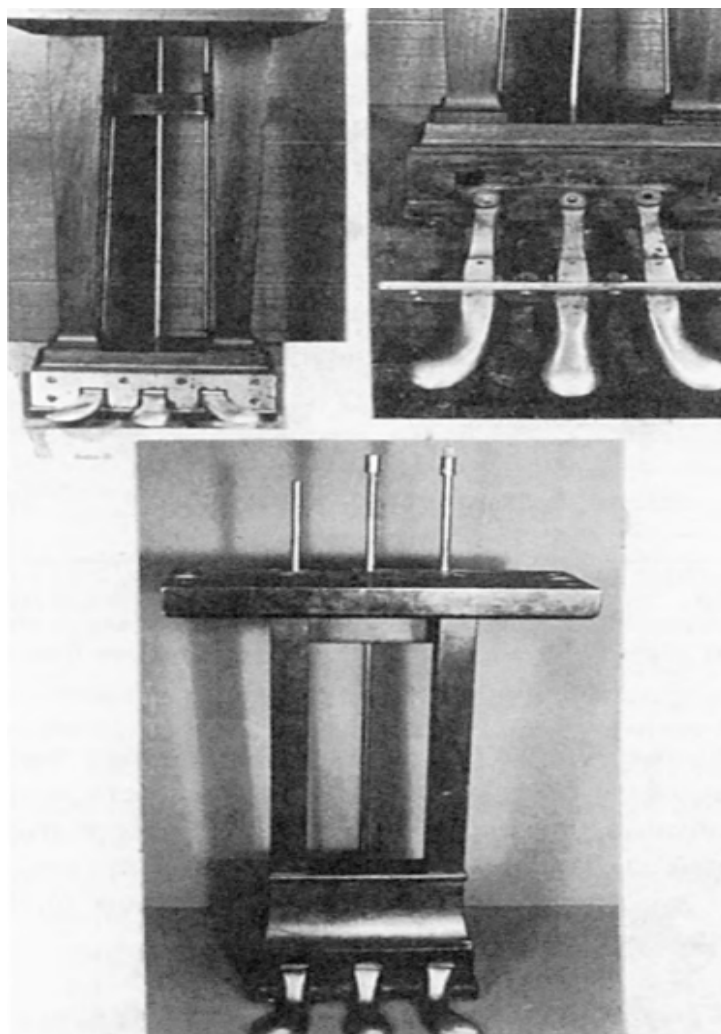


Рис. 80. Педальні ліри: Steinway (зверху) та Chickering (знизу)

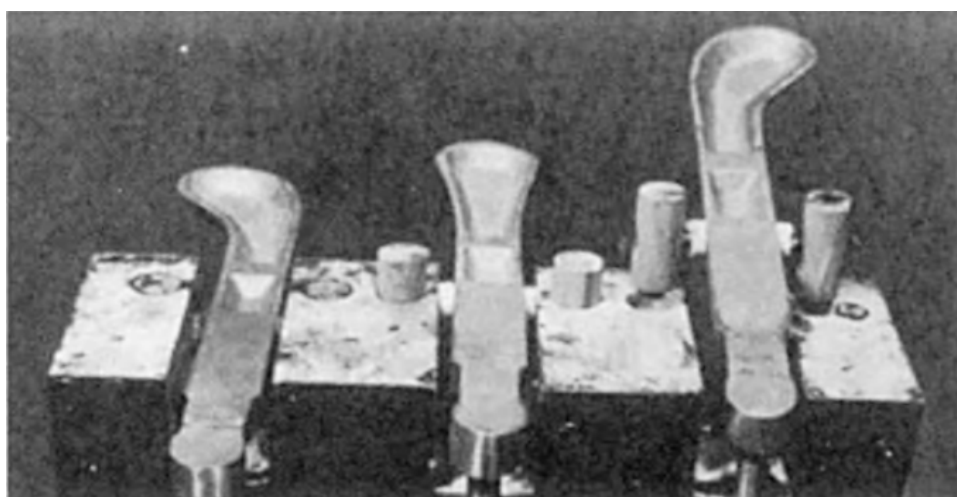


Рис. 81. Поширений спосіб кріплення педалей у педальній лірі, показаний у перевернутому вигляді без нижньої кришки. Кожна наступна педаль висунута трохи далі, щоб продемонструвати, як опорні штифти входять у гнізда ліри. Нижня пластина також містить товсті повстяні або тканинні прокладки, що запобігають ударам педалей об дерево

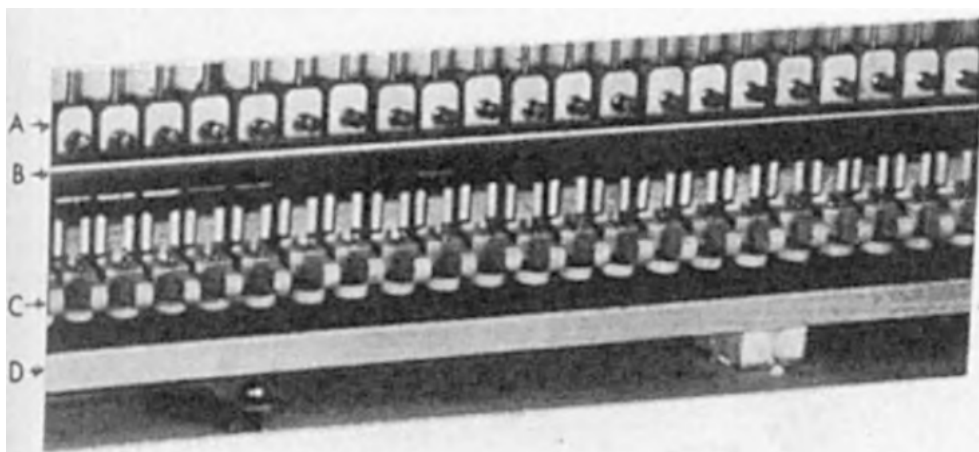


Рис 82. Деталі демпферного механізму рояля, розташованого безпосередньо за клавішною механікою: (А) фланець підіймача та гвинт демпферного дроту, (В) штанга sostenuto, (С) важіль демпфера та гвинт демпферного дроту, (D) демпферна підйомна рейка або лоток

Ліва педаль (м'яка, або *una corda*)

Ліва педаль у роялі зазвичай є зміщувальною (*shifter*) або *una corda*. Завдяки важелю, що входить у паз на нижній частині клавішної рами, вона зміщує всю механіку вправо настільки, щоб молоточки в дискантовому регістрі вдаряли лише по двох із трьох струн. Це зменшує гучність звуку та змінює його тембр. При відпусканні педалі велика пружина повертає механіку в початкове положення. (У деяких роялях педаль, навпаки, зміщує механіку вліво).

В окремих моделях роялів м'яка педаль не зміщує механіку, а лише підіймає молоточкову рейку, наближаючи молоточки до струн і скорочуючи їхній ударний шлях, як це працює в фортепіано. Однак цей варіант є менш зручним для піаніста, оскільки він змінює відчуття клавіатури. Саме такий механізм найчастіше використовують у репродукуючих роялях, оскільки він потребує значно менше зусиль для швидкого руху вгору-вниз, ніж зміщення всієї механіки вбік. Крім того, в автоматичних роликах для відтворення музики цей механізм застосовується набагато частіше, ніж *una corda* під час звичайного виконання.

Права педаль (педаль сустейну)

Права педаль керує демпферною рейкою, піднімаючи всі демпфери одночасно.

Центральна педаль (состенуто або басовий сустейн)

У високоякісних роялях центральна педаль керує механізмом состенуто. Якщо натиснути клавішу, а потім натиснути педаль состенуто, її фіксуючий виступ зачіплюється за виступ демпферного механізму, утримуючи демпфер у піднятому положенні навіть після відпускання клавіші. Таким чином, ноти, зіграні перед натисканням педалі, залишаються затриманими, а всі інші ноти заглушуються при відпусканні клавіш. Це дозволяє піаністу затримати певні звуки та використовувати обидві руки для подальшої гри без їхнього сустейну.

У деяких роялях центральна педаль використовується як басовий сустейн, піднімаючи лише демпфери басового регістру за допомогою окремої підйомної рейки або відокремленої частини основної рейки. Це бюджетна альтернатива педалі состенуто.

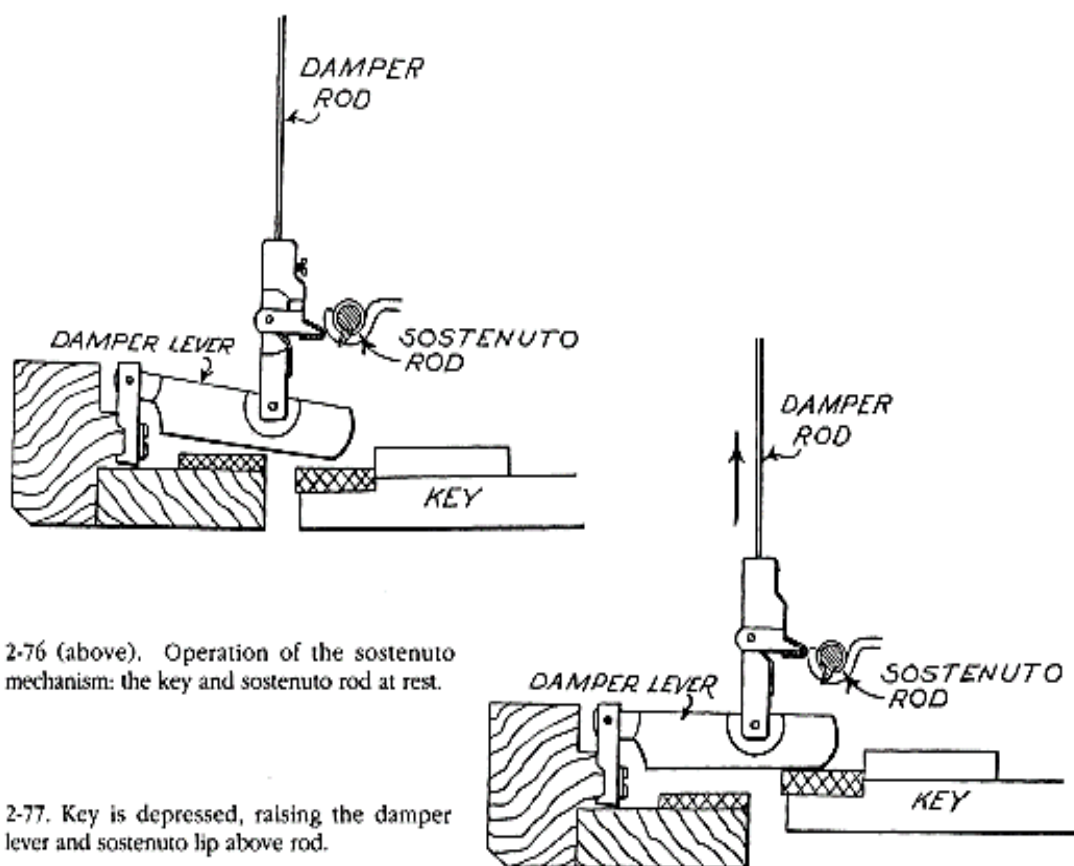


Рис. 83. (верхній) Робота механізму состенуто: клавіша та штанга состенуто перебувають у стані спокою

Рис. 84. (правий) Натискання клавіші підіймає важіль демпфера, піднімаючи також його фіксуючий виступ над штангою состенуто

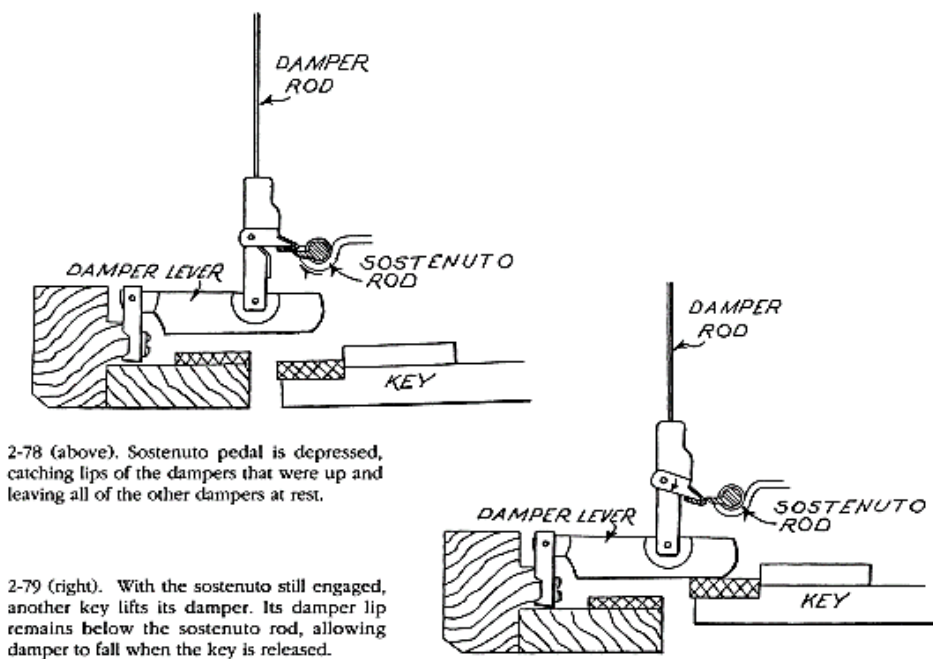


Рис. 85. (зверху). Натискання педалі sostenuto фіксує виступи демпферів, які були підняті, залишаючи всі інші демпфери у стані спокою

Рис. 86. (праворуч). Під час утримання педалі sostenuto інша клавіша підіймає свій демпфер. Проте його фіксуючий виступ залишається під штангою sostenuto, що дозволяє демпферу опуститися назад після відпускання клавіші

Педалі

Під час розбирання будь-яких деталей, пов'язаних із педалями, обов'язково позначайте їхнє положення та орієнтацію, щоб правильно зібрати їх назад. Особливо складна ситуація може виникнути, якщо не пронумерувати шість брусків, які утримують три педалі внизу механічного фортепіано. Ці бруски виглядають однаково, але мають різні параметри, і якщо їх встановити неправильно, педалі працюватимуть некоректно.

Якщо педаль зламається, зніміть її та віддайте на зварювання фахівцю, який виконує точні зварювальні роботи. Після цього рекомендується провести гальванічне покриття всіх трьох педаль, щоб ремонт залишався непомітним. Якщо педаль відсутня і не вдається знайти відповідну в майстернях або серед запасних деталей інших фортепіано, варто придбати новий комплект педаль, максимально схожий на оригінал, у спеціалізованих постачальників.

Для ремонту розхитаної ліри педального вузла рояля слід зняти його, заповнити й переробити отвори для гвинтів за необхідності, а також склеїти всі розхитані з'єднання. При встановленні використовуйте довші гвинти, що

фіксують ліру до клавійної рами, але стежте, щоб вони не проходили наскрізь у клавійний каркас. Під час демонтажу ліри рояля для ремонту важливо не переплутати порядок розташування штанг і підпірок. Якщо дно корпусу ліри має симетрично розташовані гвинти, позначте їх розташування, щоб правильно зібрати. Якщо витягуєте штифти з педальних валів, пронумеруйте та збережіть їхню правильне розташування. Увага до цих деталей значно полегшить повторне збирання.

Якщо фетрові або жорсткошкіряні прокладки мають глибокі вм'ятини або зіпсувалися, їх слід замінити матеріалом, максимально подібним до оригіналу. Жорстку шкіру, схожу на ту, що використовується для підшов взуття, можна знайти у взуттєвих майстернях або спеціалізованих магазинах шкіри. Перед приклеюванням такої шкіри до дерева потрібно зашліфувати поверхню грубозернистим наждачним папером і затиснути деталь струбцинами до повного висихання клею для кращого зчеплення.

Якщо нижня плита вертикального фортепіано пошкоджена настільки, що не забезпечує належної підтримки педалей, зніміть педальні штифти, покладіть інструмент на спинку та демонтуйте нижню панель разом із педалями та важелями механізму. Заклейте та затисніть її, використовуючи струбцини. Якщо необхідно, зніміть педаль та важелі, щоб забезпечити простір для затискачів і тимчасових розпірок. Якщо після висихання клею плита виглядає деформованою, під час повторного монтажу гвинти мають її вирівняти. За потреби використовуйте довші гвинти або змініть їхнє розташування.

Якщо плита настільки пошкоджена, що її неможливо склеїти, але при цьому цінність фортепіано не виправдовує виготовлення нової, а відстань від підлоги до плити дозволяє, можна використати металеві ремонтні пластини з магазину будівельної фурнітури, закріпивши їх у кількох місцях.

Якщо педаль скрипить, необхідно спочатку визначити джерело звуку, перевіряючи роботу механізму (штовхача демпферного механізму, важеля зсуву рояля, молоточкової напрямної тощо). Це допоможе з'ясувати, чи скрипить саме педаль, чи проблема знаходиться в дії механізму.

Якщо скрип виникає через тертя двох металевих деталей, наприклад, якщо педаль скрипить на металевому осьовому гвинті, слід змастити місце тертя краплею машинної олії.

Якщо ж скрип спричинений тертям дерев'яних елементів, наприклад, у дерев'яному педальному механізмі, рекомендується використовувати графіт, змішаний зі спиртом. Суміш необхідно ретельно втерти у дерев'яні поверхні для зменшення тертя та усунення скрипу.

Регулювання педалей. Фортепіано

Регулюйте педаль утримання за допомогою штока підйому демпферів.

Примітка: перед тим, як робити цю регулювання, перевірте, чи не заважають ложки демпферів через порушення їх регулювання. Повільно натискайте клавіші. Якщо демпфери починають підніматися до того, як молотки досягли середини шляху до струн, **ЗНИМІТЬ КЛАВІШІ З ФОРТЕПІАНО**. Це зазвичай необхідно в фортепіано, де молотки були відшліфовані, а рейка молотків піднята для зменшення надмірного ходу молотка. Якщо залишити клавіші в фортепіано на цьому етапі, це завадить правильному регулюванню демпферів.

Повільно натискайте педаль, спостерігаючи, як демпфери підіймаються від струн. Відрегулюйте з'єднувальну ланку так, щоб демпфери починали рухатися після того, як кінчик педалі переміститься на $\frac{1}{4}$ » (близько 6 мм). У фортепіано з різьбовим стрижнем, що з'єднує педаль з дерев'яним важелем, потягніть важіль вниз і утримуйте дріт тією ж рукою, потім поверніть гайку вгору або вниз за необхідності. У фортепіано, де педаль закріплена на довгому круглому металевому стрижні з великим машинним гвинтом або квадратною чи шестигранною гвинтовою головкою, ослабте гвинт, відрегулюйте педаль і надійно закрутіть гвинт, переконавшись, що гвинт не повернеться у своє старе положення в стрижні. На цьому етапі в більшості фортепіано демпфери підніматимуться нерівномірно: деякі піднімуться раніше, деякі майже не піднімуться взагалі, а деякі секції піднімуться діагональним рухом. Відрегулюйте педаль так, щоб найбільша кількість демпферів починала підніматися, коли ви натискаєте педаль на $\frac{1}{4}$ ». Якщо в фортепіано є басова педаль утримання, регулюйте її таким самим чином.

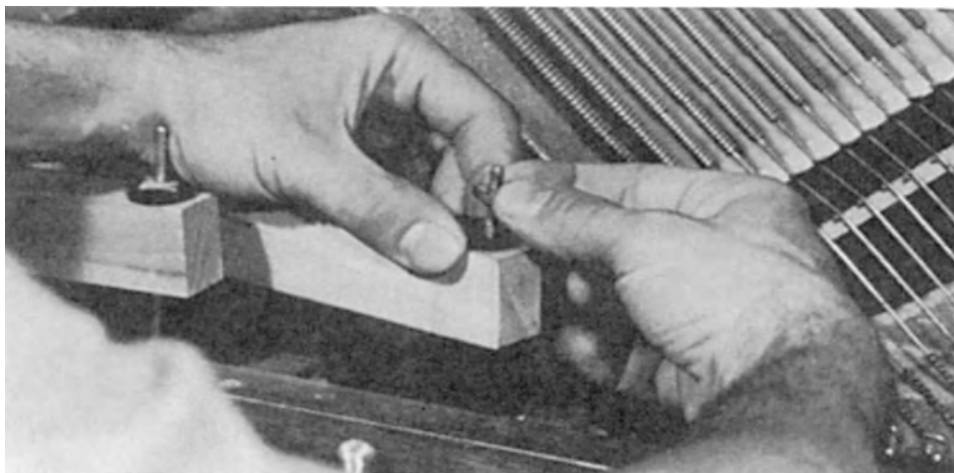


Рис. 87. Регулювання педалі утримання за допомогою штока підйому демпферів шляхом налаштування механізму важеля трапа

Регулюйте м'яку педаль так само, як ви регулювали педаль утримання. Коли ви натискаєте м'яку педаль до кінця, рейка молотків повинна переміщувати молотки на половину шляху до струн.

Регулювання педалей. Рояль

Регулюйте педаль *una corda* так, щоб механізм зсувався вбік достатньо, щоб молотки вищих регістрів торкалися лише двох з трьох своїх струн. У більшості фортепіано ви можете налаштувати це, повертаючи капстан, який знаходиться на механізмі педалі. Якщо в механізмі є регульована зупинка – зазвичай розташована біля правого блоку клавіатури – також відрегулюйте її. Якщо капстан має контргайку, затягніть її після регулювання.

У роялі, де замість м'якої педалі зсувається рейка молотків:

Регулюйте підйом рейки молотків, якщо така є, до м'якої педалі. Налаштуйте механізм або трап, щоб молотки рухалися трохи менше ніж на половину шляху до струн, коли ви повністю натискаєте педаль. Клавіші можуть трохи «підморгувати» або опускатися. Це відрізняється від вертикального фортепіано, де натискання педалі молотків не повинно викликати їхнього руху. Якщо педаль підіймає рейку молотків надто високо, задні кінці клавіш будуть торкатися важелів демпферів, що може призвести до підняття демпферів зі струн.

Регулювання педалі утримання. Налаштуйте шток педалі, повертаючи його капстан або підштовхуючи в відповідному місці в механізмі трапа. Налаштуйте його так, щоб між фетром рейки підйому демпферів і важелями демпферів на відпочинку було близько 1/16» (1,5 мм.), або щоб педаль опускалася на близько ¼» (приблизно 6 мм.) на передньому кінці перед тим, як почати піднімати демпфери. Якщо в фортепіано є стоп-капстан для педалі демпферів, налаштуйте його так, щоб педаль зупинялася прямо перед тим, як важелі демпферів торкнуться стоп-рейки.

Якщо фортепіано має басову педаль утримання, регулюйте її так само.

Регулюйте механізм *sostenuto* та педаль, якщо вони є. Всі таби важеля *sostenuto* повинні утворювати пряму лінію, якщо дивитися зверху. Регулюйте їх вирівнювання вперед або назад, згинаючи кожен дріт демпфера всередину або назовні безпосередньо над важелем демпфера, і повторно посадіть демпфери на струни, якщо це необхідно. Шток *sostenuto* повинен бути на 1/16» (1,5 мм.) вище табів важеля *sostenuto*, коли знаходиться в спокої. Налаштуйте його положення, переналаштовуючи або згинаючи підтримуючі кронштейни для штока. Край

штока *sostenuto* повинен перекривати таби важеля на 1/16» (1,5 мм.), коли ви натискаєте педаль.

Щоб перевірити, чи правильно працює механізм *sostenuto*, зіграйте кожну ноту, натисніть педаль, потім відпустіть ноту, щоб переконатися, що педаль тримає демпфер. Підтримуючи ноту за допомогою педалі, повторіть ноту кілька разів, щоб перевірити, чи не зривається таб з штока. Далі спробуйте групи нот, щоб перевірити, чи збільшена вага групи суміжних демпферів не деформує шток, що може призвести до падіння табів з недостатнім перекриттям. Для ще однієї перевірки натисніть педаль і зіграйте всі клавіші одну за одною, щоб переконатися, що шток не блокує таби, коли не повинен.

Якщо перекриття краю штока з табами недостатнє або неправильно вирівняне, таби можуть застрягти на штоку при грі певних нот. Якщо перекриття надмірне, ви можете відчути, як край штока треться об таби, коли натискаєте педаль. Коли перекриття ідеальне, кожен демпфер працюватиме належним чином.

Для фінальної перевірки натисніть педаль утримання, натисніть педаль *sostenuto*, потім відпустіть педаль утримання, щоб переконатися, що *sostenuto* тримає всі демпфери одночасно. Потім відпустіть *sostenuto*, натисніть її знову і натискайте та відпускайте педаль утримання, щоб перевірити, чи не залишаються підняті демпфери.

Додаткова та використана література

1. Carl-Johan Fors Piano and Grand Piano Repair Yrkesopplaering ans Publishing House, Oslo, Norway 1998
2. Reblitz, Arthur (1993), Piano Servicing, Tuning, and Rebuilding (вид. 2nd), Vestal Press
3. Regulation and Repair Piano and Player Mechanism together with Tuning as Science and Art Edward Lyman Bill, Publisher Madison Avenue, New York 1909
4. The Arithmetic of Listening Tuning Theory and History for the Impractical Musician. KYLE GANN, University of Illinois 2019
5. The Craft of Piano Tuning BY Daniel Levitan, THE SOUNDBOARD PRESS, NEW YORK.

Лекція 13. Історичні строї. Піфагорійський стрій

Піфагорійський стрій – це спосіб побудови звукоряду для налаштування музичних інструментів, запропонований Піфагором близько 550 року до н. е. Звукоряд формувався шляхом послідовного накладання чистих квінт на еталонний звук.

Піфагорійський стрій є окремим випадком чистого строю (англ. *just intonation*), оскільки побудований на основі акустично чистих інтервалів. Частоти звучання нот у ньому співвідносяться як 2:3, тому його можна вважати чистим строєм границі 3 (англ. *3-limit just intonation*).

Проблеми піфагорійського строю

Нестійкість великої терції

З розвитком вокального мистецтва виявилось, що велика піфагорійська терція (64:81 або 407,82 цента) звучить напружено й тяжіє до більш стійкого інтервалу натуральної терції (4:5 = 64:80 або 386,31 цента).

Незамкнутість звукоряду

У середньовіччі, з розвитком поліфонії та необхідністю розширення звукоряду до 12 звуків, стала очевидною ще одна проблема – незамкнутість піфагорійського звукоряду. Після побудови 12 квінт процес не повертався точно до вихідного звуку, а зупинявся приблизно на 1/9 тону (кому) вище за нього.

З одного боку, якщо продовжувати побудову нових тонів, звукоряд ставатиме необмежено довгим, що ускладнює виконання музики та робить деякі звуки практично непридатними для використання. Наприклад, у піфагорійському строї ноти до-дієз і ре-бемоль не збігаються, оскільки утворюються різними способами.

З іншого боку, якщо обмежити процес побудови звукоряду, то деякі інтервали звучатимуть фальшиво. Яскравий приклад – остання побудована квінта, так звана «вовча квінта», яка буде на кому коротшою за інші.

Цю проблему неможливо було вирішити в межах піфагорійського строю. Єдиним виходом було або намагатися приховати вовчу квінту в рідко використовуваних тональностях, або шукати нові, досконаліші системи музичного строю.

Натуральний стрій

Натуральний стрій (також *чистий* або *гармонічний стрій*) – це музичний стрій, що базується на інтервалах, утворених за принципом натурального звукоряду (обертонів). Основні інтервали в цьому строї мають такі співвідношення частот:

- Октава (1:2)
- Квінта (2:3)
- Кварта (3:4)
- Велика терція (4:5)
- Мала терція (5:6)
- Великий повний тон (8:9)
- Малий повний тон (9:10)
- Діатонічний півтон (15:16)

У результаті виходить гама, що є абсолютно гармонійною відносно початкового тону, проте лише в межах цієї тональності. При модулюванні в інші тональності виникають неточності у висоті звуків.

Ба більше, навіть у межах семиступеневої гами можуть з'являтися небажані неточності. Наприклад, так звана «вовча квінта» (d–a), яка може спостерігатися у каденції C–F–G–C. Це зумовлено тим, що натуральний стрій не є замкненою системою і не передбачає рівномірного розподілу висот між усіма ступенями звукоряду.

Піфагорова та Дідімова коми.

Кома (від грец. *κόμμα* – «відрізок») – один із найменших музичних інтервалів у музичній акустиці. Кома визначає різницю між подібними, але не тотожними висотними співвідношеннями звуків у різних системах музичного строю.

Кома (від грец. *κόμμα* – «відрізок», англ. *comma*) – один із найменших музичних інтервалів у музичній акустиці.

Проблема незамкнутості натуральних ладів

Ще з античних часів відома проблема незамкнутості натуральних ладів, що призводить до виникнення незначних розбіжностей між певними інтервалами. Найбільш відомими видами ком є **піфагорійська кома** (близько 1/9 тону) та **синтонічна кома**, або **дідімова кома** (приблизно 1/10 півтону).

Піфагорійська кома

У піфагорійському строї сума дванадцяти чистих квінт повинна дорівнювати семи октавам. Проте на практиці між цими інтервалами виникає невелика розбіжність, яка називається **піфагорійською комою** і становить приблизно $1/4$ півтону.



Рис. 88. Нотний приклад піфагорійського унісону

Дідімова кома

Чотири чисті квінти (з відношенням частот $2:3$), складені разом, утворюють велику терцію. Ця терція (дитон) є дещо вищою за натуральну велику терцію ($4:5$) на **синтонічну (дідімову) кому**.

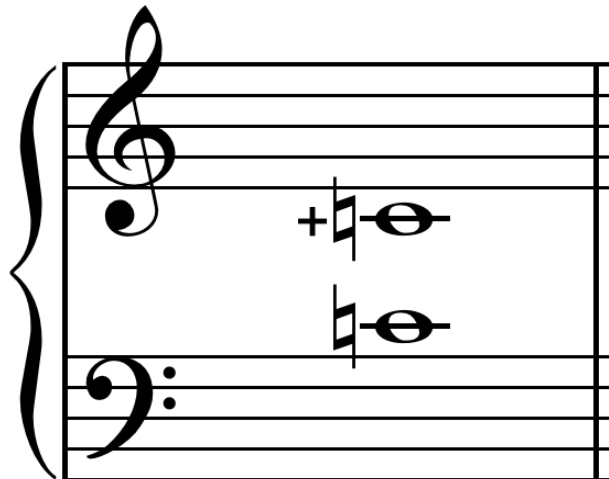


Рис. 89. Нотний приклад дідімового унісону

У піфагорійському строї ця терція (дитон) є дещо вищою за натуральну велику терцію ($4:5$) на **синтонічну (дідімову) кому**.

$$\frac{5}{4} \cdot \frac{64}{81} = \frac{80}{81} \approx 21,51 \text{ Cent.}$$

Рис. 90. Синтонічна (дідімова) кома

Різниця між піфагорійською та дідімовою комами отримала назву **схизма**.

Додаткова та використана література

1. Berg, R.E.; Stork, D.G. (2005), The Physics of Sound (вид. 3rd), Pearson Education Inc
2. Helmholtz, Hermann, On the Sensations of Tone, Trans. Alexander Ellis, New York: Dover Publications. 1954, 1885. ISBN 0-486-60753-4
3. The Arithmetic of Listening Tuning Theory and History for the Impractical Musician. KYLE GANN, University of Illinois 2019
4. Теорія музики: Підруч. для навч. закл. освіти, куль- тури і мистецтв / Г.А. Смаглій. – Х.: Вид-во «Ранок», 2013. 392 с.

Лекція 14. Рівномірно-темперованій стрій. Винайдення та суть рівномірно- темперованого строю

Рівномірно-темперований стрій – це музичний темперамент або система налаштування, яка наближено відтворює чисті інтервали, розділяючи октаву (або інший інтервал) на кроки так, щоб відношення частот будь-якої пари сусідніх нот було однаковим. Ця система дає кроки висоти тону, що сприймаються як рівні за величиною завдяки логарифмічним змінам частоти висоти тону.

У класичній музиці та західній музиці загалом найпоширенішою системою налаштування з XVIII століття є 12-ступеневий рівний темперамент (також відомий як 12-тоновий рівний темперамент, 12 ТЕТ або 12 ЕТ, неофіційно скорочено як 12 рівних), який розділяє октаву на 12 частин, усі з яких рівні на логарифмічній шкалі, з відношенням, рівним 12-му кореню з 2 ($\sqrt[12]{2} \approx 1,05946$). Цей мінімальний інтервал, 1/12 ширини октави, називається півтонов. У західних країнах термін «рівний темперамент» без уточнень зазвичай означає 12 ТЕТ.

У сучасний час 12 ТЕТ зазвичай налаштовується відносно стандартної частоти 440 Гц, яка називається А 440, що означає, що одна нота – А – налаштовується на 440 герц, а всі інші ноти визначаються як певне кратне півтонів від неї, або вище, або нижче за частотою. Стандартна частота не завжди була 440 Гц; вона значно варіювалася і зазвичай зростала протягом останніх кількох століть.

Існують й інші рівні темперamenti, які ділять октаву по-різному. Наприклад, деяка музика була написана в 19 ТЕТ та 31 ТЕТ, а арабська тонова система використовує 24 ТЕТ.

Замість того, щоб ділити октаву, рівний темперамент може також ділити інший інтервал, як рівний темперамент для шкали Бьолен-Пірс, яка розділяє чистий інтервал октави та квінти (відношення 3:1), званий у тій системі «триоктавою» або «псевдооктавою», на 13 рівних частин.

Для систем налаштування, які ділять октаву рівномірно, але не є наближеннями до чистих інтервалів, можна використовувати термін «рівний поділ октави».

Струнні ансамблі, які можуть налаштовувати всі ноти, крім відкритих струн, і вокальні групи, що не мають механічних обмежень налаштування,

інколи використовують налаштування, набагато ближче до чистої інтонації, з акустичних причин. Інші інструменти, такі як деякі духові, клавішні часто лише наближаються до рівного темперamentу, де технічні обмеження перешкоджають точному налаштуванню. Деякі духові інструменти, що можуть легко і спонтанно змінювати свій тон, особливо тромбони, використовують налаштування, подібне до струнних ансамблів і вокальних груп.

При рівній темперації кожен півтон вимірюється в 100 центів (1 цент = $1/1200$ октави); вимірюючи частотою (кількість вібраційних циклів за секунду), кожен крок півтону збільшує частоту на коефіцієнт 12-го кореня з 2, або приблизно 1,059. Тому 12-й півтон, який завершує октаву, має множник 2; наприклад, стандарт А вимірює 440 герц, октава нижче 220 герц і октава вище 880 герц. Оскільки рівнотемперований лад розраховується шляхом поділу октави, його називають «дивізійною» системою. Більш ранні європейські системи настрою, такі як темперament середнього тону та просто інтонація, були «циклічними» системами, у яких певні інтервали обчислювалися шляхом додавання інших «чистих» інтервалів. Такі системи накопичують інтонаційні відмінності, коли вони переходять до більш віддалених тональностей (зі збільшенням кількості дізів або бемолів у тональності), в результаті чого клавішні інструменти та інші інструменти з фіксованою інтонацією звучатимуть неприємно розладнано на цих клавішах. Іншими словами, музика, яка звучала б ідеально гармонійно, наприклад до мажор (без дізів або бемолів), звучала б негармонійно, якщо її транспонувати в сі мажор (п'ять дізів), оскільки всі інтервали фактично відрізнялися б у двох тональностях. За рівного темперamentу досконала квінта, така як C–G, вужча за натуральну, або піфагорійську, квінту на 2 центи, що є майже непомітною величиною. Ці дрібні інтонаційні дефекти рівномірно розподіляються між 12 тонами хроматичної гами, і лише октава залишається як акустично чистий інтервал.

Частоти за нотами трьох систем, Do=264 Гц			
Нота	Натуральний стрій	Піфагорійський стрій	Рівномірно темперований стрій
C	264,00	264,00	264,00
C#	275,00	281,92	279,70
D	297,00	297,00	296,33
D#	316,80	312,89	313,95
E	330,00	334,13	332,62
F	352,00	352,00	352,40
F#	371,25	375,89	373,35
G	396,00	396,00	395,55
G#	412,50	422,88	419,07
A	440,00	445,50	443,99
Bb	475,20	469,33	470,39
B	495,00	501,19	498,37
C	528,00	528,00	528,00

Рис. 91. Приклад Гц в різних строях

Історія

Двох осіб зазвичай вважають основними людьми точної обчислювальної рівної температії: це Чжу Цайюй (також романізований як Chu-Tsaïyu, китайською: 朱載堉) у 1584 році та Симон Стевін у 1585 році. За словами Ф.А. Куттнера, критика ідеї приписування заслуг Чжу, відомо, що Чжу «представив дуже точний, простий і винахідливий метод для арифметичного обчислення рівної температії для монохордів у 1584 році», а Стевін «надав математичне визначення рівної температії, а також трохи менш точні обчислення відповідних числових значень у 1585 році або пізніше».

Ці розробки відбулися незалежно одна від одної.

Кеннет Робінсон приписує винахід рівної температії Чжу і наводить текстові цитати як доказ. У 1584 році Чжу написав:

«Я заснував нову систему. Я встановлюю одну основу як число, з якого потрібно вивести інші, і за допомогою пропорцій я їх виводжу.

Загалом треба знайти точні цифри для настройок висоти тону в дванадцяти операціях».

Куттнер не погоджується і зауважує, що його твердження «не можна вважати правильним без суттєвих уточнень». Куттнер пропонує, що ні Чжу, ні Стевін не досягли рівної температури, і що їх не можна вважати її винахідниками.

Китай

Раніше китайські теоретики створювали апроксимації для 12 ТЕТ, але Чжу став першим, хто математично вирішив задачу рівного темперamentу для 12 тонів, який він описав у двох книгах, опублікованих у 1580 та 1584 роках. Недхем також надає розширений виклад цієї теми.

Чжу отримав свій результат, послідовно ділячи довжину струни та труби на 2^{12} ($\approx 1,059463$) для струни і на 2^{24} ($\approx 1,029302$) для довжини труби, так що після 12 поділів (октава) довжина зменшувалася вдвічі.

Чжу створив кілька інструментів, налаштованих за його системою, серед яких були бамбукові труби.

Європа

Одними з перших європейців, які виступили за рівну температуру, були лютністи Вінченцо Галілеї, Джакомо Горцаніс та Франческо Спіначино, всі з яких писали музику в цьому стилі.

Симон Стевін був першим, хто розробив 12 ТЕТ, ґрунтуючись на дванадцятому корені з двох, що він описав у *van de Spiegheling der singconst* (бл. 1605), опублікованому посмертно в 1884 році.

Гравці на щипкових інструментах (лютністи та гітаристи) зазвичай підтримували рівну температуру, в той час, як інші були більш розділені в цьому питанні. Врешті-решт, 12-тоновий рівний темперament переміг. Це дозволило розвиватися і процвітати еנגармонічній модуляції, новим стилям симетричної тональності та політональності, атональній музиці, такій як написана за допомогою 12-тонової техніки чи серіалізму, а також джазу (принаймні, його фортепіанній частині).

Теорія налаштування

Для налаштування фортепіано необхідно слухати, порівнювати та коригувати натяг струн так, щоб вони звучали приємно при грі в комбінаціях. При порівнянні одного тону з іншим слухають заради биття, і або усувають їх, або коригують швидкість биття.

OCTAVE								
PITCH	1	2	3	4	5	6	7	8
G#	51.913	103.826	207.652	415.305	830.609	1661.219	3322.437	
G	48.999	97.999	195.998	391.995	783.991	1567.982	3135.963	
F#	46.249	92.499	184.997	369.994	739.989	1479.978	2959.955	
F	43.654	87.307	174.614	349.228	698.456	1396.913	2793.826	
E	41.203	82.407	164.814	329.628	659.255	1318.510	2637.020	
D#	38.891	77.782	155.563	311.127	622.254	1244.508	2489.016	
D	36.708	73.416	146.832	293.665	587.330	1174.659	2349.318	
C#	34.648	69.296	138.591	277.183	554.365	1108.731	2217.461	
C	32.703	65.406	130.813	261.626	523.251	1046.502	2093.004	4186.009
B	30.868	61.735	123.471	246.942	493.883	987.767	1975.533	3951.066
A#	29.135	58.270	116.541	233.082	466.164	932.328	1864.655	3729.310
A	27.500	55.000	110.000	220.000	440.000	880.000	1760.000	3520.000

Рис. 92. Теоретичні основні частоти всіх 88 нот

У таблиці наведені дванадцять теоретичних частот нот темперувальної октави. Автор обчислив цю таблицю за допомогою електронного калькулятора, множачи кожен наступний півтон на 1.0594631 (дванадцятий корінь з 2). Хоча в цій ілюстрації числа округлені до трьох знаків після коми, обчислення проводилися до шести знаків (п'ять знаків від сб4 і вище).

Почніть з налаштування А440 (А49) до референтного тону, наприклад, за допомогою камертону або електронного пристрою. Від А49 налаштовується октава, що охоплює дванадцять нот, близько до середини клавіатури. Початкова октава налаштування називається октавою темперування, оскільки при налаштуванні цієї частини фортепіано ви коригуєте або темперуєте різні інтервали.

До прийняття рівномірно темперованої шкали, в шкалі були певні інтервали, які не мали биттів, і інші з таким швидким биттям, що їх не можна було використовувати в музиці. У теоретичній рівномірно темперованій шкалі всі інтервали в межах темперування, окрім октави, налаштовуються з повільним биттям. Жоден інший інтервал не є чистим (без биття), але жоден з них не є таким поганим, щоб бути непридатним для музики.

HARMONICS (THEORETICALLY PERFECT PARTIALS)						
	Fundamental or 1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
F	349.228	698.456	1047.684	1396.912	1746.140	2095.368
E	329.628	659.256	988.884	1318.512	1648.140	1977.768
D#	311.127	622.254	933.381	1244.508	1555.635	1866.762
D	293.665	587.330	880.995	1174.660	1468.325	1761.990
C#	277.183	554.366	831.549	1108.732	1385.915	1663.098
C	261.626	523.252	784.878	1046.504	1308.13	1569.756
B	246.942	493.884	740.826	987.768	1234.710	1481.652
A#	233.082	466.164	699.246	932.328	1165.410	1398.492
A	220.000	440.000	660.000	880.000	1100.000	1320.000
G#	207.652	415.304	622.956	830.608	1038.260	1245.912
G	195.998	391.996	587.994	783.992	979.990	1175.988
F#	184.997	369.994	554.991	739.988	924.985	1109.982
F	174.614	349.228	523.842	698.456	873.070	1047.684

Рис. 93. Теоретичні частоти перших шести часткових для кожної ноти в темперувальній октаві. Основна частота є першою частковою

Налаштування темперування передбачає встановлення кожного інтервалу в межах темперування до правильного рівня биття. Зверніться до рисунку 93, що показує теоретичні основні частоти кожної ноти в октаві темперування. Різниця в герцах між основними частотами будь-яких двох нот настільки велика, що не виникає биттів. Кожен тон, однак, також має серію часткових частот. Для налаштування темперування ви порівнюєте майже однакові часткові частоти між кожними двома нотами. Тобто в будь-якому інтервалі налаштування темперування кожен тон має часткову частоту, яка майже збігається з частковою частотою іншого тону, і ці часткові частоти математично достатньо близькі, щоб виникли биття. Ілюстрація наводить перші шість теоретичних часткових частот кожної теоретичної частоти в октаві темперування, показуючи деякі з цих «однакових» часткових частот.

Щоб знайти теоретичну швидкість биття між будь-якими двома нотами в октаві темперування, знайдіть найближчі часткові частоти. Наприклад, знайдіть теоретичну швидкість биття між C і G. Третя часткова частота C (784,878) найближча до четвертої часткової частоти G (783,992). Віднімання дає теоретичну швидкість биття для C-G в октаві темперування: 0,886 за секунду або 4,43 биття за 5 секунд.

Test Interval	Theoretical Beat Rate Per Second			Rounded Off Beat Rate
	Maj. Thirds (4 Half Steps)	Sixths	Min. Thirds (3 Half Steps)	
F-A	6.93			7 -
F#-A#	7.34			7 +
G-B	7.78			8 -
F-D		7.93		8
A>-C	8.24			8 +
F#-D#		8.40		8.5 -
A-C#	8.73			8.5 +
G-E		8.89		9 -
B>-D	9.25			9 +
A>-F		9.42		9.5 -
F-A>			9.42	9.5 -
B-D#	9.80			10 -
F#-A			9.98	10
C-E	10.38			10 +
G-B>			10.58	10.5 +
D>-F	11.00			11
G#-B			11.20	11 +
A-C			11.87	12 -
A#-C#			12.58	12.5
B-D			13.33	13 +
C-Eb			14.12	14 +
C#-E			14.96	15
D-F			15.85	16

Tuning Interval	Theoretical Beat Rate Per Five Seconds	Rounded Off Beat Rate	
Fifths	F-C	2.95	3 -
	F#-C#	3.125	3 +
	G-D	3.32	3.5 -
	G#-D#	3.51	3.5
	A-E	3.72	3.5 +
	Bb-F	3.95	4 -
Fourths	F-Bb	3.95	4 -
	F#-B	4.19	4 +
	G-C	4.43	4.5 -
	G#-C#	4.71	4.5 +
	A-D	4.98	5
	A#-D#	5.27	5.5 -
	B-E	5.58	5.5 +
	C-F	5.90	6 -

Рис. 95. Частоти биття налаштувальних і тестових інтервалів за швидкістю, включаючи інтервали з швидким биттям (треті та шості зліва) та інтервали з повільним биттям (чверті та п'яті праворуч)

Якщо ви розглянете теоретичні частоти в ілюстрації 95 та теоретичні швидкості биття в ілюстраціях 94, ви побачите, що всі квінти вузькі, а всі великі терції, кварта та сексти широкі. Верхня нота будь-якої квінти трохи нижча за нижню ноту, або навпаки, нижня нота трохи вища за верхню. Верхня нота будь-якої великої терції, кварта чи сексти трохи вища за нижню, або нижня нота трохи нижча за верхню. Запам'ятайте це, щоб завжди знати, в яку сторону налаштовувати інтервал.

6th Partial	196.218	198.435
5th Partial	163.515	164.779
4th Partial	130.812	131.434
3rd Partial	98.109	98.401
2nd Partial	65.406	65.523
Fundamental Pitch	32.703	32.703

Theoretically perfect harmonic series of low C.

Actual series of partials.

Рис. 96. Ілюструє енгармонічність у герцах низької струни до С в хорошому вертикальному фортепіано, виміряну в лабораторії

Через жорсткість струн фортепіано та інші фактори, фактична серія часткових тонів відхиляється від теоретичної гармонійної серії. Цей рисунок ілюструє енгармонічність у герцах низької струни до С в хорошому вертикальному фортепіано, виміряну в лабораторії.

Ви налаштовуватимете октаву темперування від F, що нижче середнього С, до F, що вище (F33 до F45), коригуючи інтервали до певних швидкостей биття в певній послідовності. Після налаштування темперування ви будете використовувати його як вашу основу для налаштування решти фортепіано.

Теорія та реальність

Вищезгадана дискусія розглядає струни так, ніби вони вібрують відповідно до теорії, але це не так. Насправді, жорсткість дроту призводить до того, що частотні компоненти (часткові частоти) струн, на які впливають молоточки фортепіано, є підвищеними порівняно з їх теоретичними гармоніками. Тому всі числа в таблицях і діаграмах мають невелику похибку. Це підвищення, або спотворення часткових частот від істинної гармонійної серії, називається енгармонічністю.

Попри енгармонічність, струна звучить у гармонії сама з собою – якщо в ній немає хибних биттів, оскільки часткові частоти в межах діапазону людського слуху достатньо віддалені одна від одної, щоб не створювати биттів. Коли ви налаштовуєте октаву, ви порівнюєте всю серію часткових частот обох струн, причому другий частковий тон нижчої ноти та основна частота вищої ноти домінують. Якщо ці часткові частоти налаштувати так, щоб між ними не було биттів, октава розтягується на ту міру, на яку другий частковий тон нижчої ноти є підвищеним порівняно з основною частотою.

У випадках, коли дві струни мають більше ніж один набір часткових частот що збігаються, як в октавному інтервалі, налаштувальники вказують конкретні часткові частоти за їх номерами. Наприклад, для налаштування «октави 4:2» налаштовують 4-ту часткову частоту нижчої ноти на 2-гу часткову частоту вищої. Для налаштування «октави 6:3» налаштовують 6-ту часткову частоту нижчої ноти на 3-тю часткову частоту вищої. Важливо вміти визначити конкретну гармоніку, коли налаштовуються струни з високою енгармонічністю, щоб правильно описати, як їх налаштовувати.

Струни для F нижче середнього С мають енгармонічність, як і всі інші струни, і октава F33-F45 темперування розтягується до тієї міри, до якої є

ця енгармонічність. Тому всі інтервали в межах темперування повинні бути трохи ширшими за їх теоретичні значення, щоб темперування вийшло правильним. (Кварти та квінти залишаються вузькими, але не такими вузькими, як вказано в таблицях; терції та сексти трохи ширші, ніж в таблиці.) Кожна нота в октаві темперування має свою власну енгармонічність, що залежить від конструкції масштабів натягування струн, через що збігаються часткові частоти варіюються від одного фортепіано до іншого. Через це жодне з двох фортепіано з різними масштабами натягування струн не мають основні частоти нот в октаві темперування – або будь-яких інших нот, окрім A440 – налаштованими точно однаково.

Отже, в фортепіано рівномірне темперування не можна визначити як таблицю частот чи конкретних швидкостей биття. Рівномірне темперування в налаштуванні фортепіано може означати лише «налаштування октави темперування так, щоб вона звучала якнайгладше і рівніше, з урахуванням енгармонічності, характерної для конкретного фортепіано.»

Робота з ключем

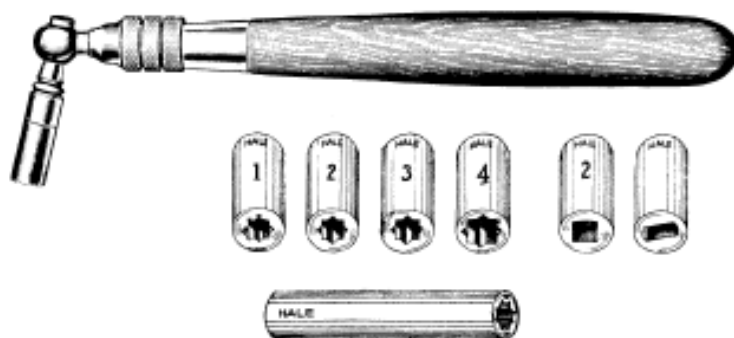


Рис. 97. Ключ для налаштування

Щоб налаштувати фортепіано, вам знадобляться налаштувальний ключ, камертон, фетрова смужка для температурації та кілька клиноподібних м'ячів. Купуйте найкращий налаштувальний ключ, який можете собі дозволити, бажано з подовженим важелем. Професійні майстри налаштування рідко подовжують ручку, але більшість віддають перевагу подовженому важелю перед меншими, легшими варіантами, оскільки подовжений важіль більш міцний і менш гнучкий.



Рис. 98. Резинові кілки для заглушки струн

Для найефективнішого налаштування вам слід мати налаштувальні головки для кожного розміру вірбеля. Для початку замовте головки #2 та #3, а також короткі та середні. Використовуйте ту головку, яка найкраще підходить для вашого фортепіано. Ідеально, щоб головка щільно сідала на пін, коли кінець головки майже торкається котушки дроту на вірбелі. Якщо головка не сідає достатньо глибоко на пін, використовуйте більшу головку; якщо кінець головки торкається котушки музичного дроту, використовуйте меншу головку.

Ударний молоток – це налаштувальний важіль з невеликим люфтом між ручкою та головою. Коли головка надійно встановлена на налаштувальний пін, ви можете здійснювати удари по піну маленькими кроками, вібруючи ручку, замість того, щоб повертати її плавно, як звичайний налаштувальний важіль. Деякі налаштувальники віддають перевагу ударному молотку, але спочатку ви повинні навчитися налаштовувати фортепіано за допомогою звичайного налаштувального важеля.

Найкращий камертон – це камертон з покриттям зі сталі. Великі алюмінієві камертони виглядають вражаюче, але сталеві камертони кращі, оскільки вони залишаються більш стабільними при зміні температури. Придбайте камертон А-440 для звичайного налаштування. Якщо ви плануєте налаштовувати оркестріони, що містять органні труби, ксилофони або дзвони, налаштовані на А-435, також придбайте камертон А-435.

Вам також знадобиться фетрова смужка для температурації та кілька клиноподібних м'ячів (заглушок). У більшості фортепіано на високих нотах є три струни на кожен ноту. Деякі налаштувальники надають перевагу муфтуванню всіх біхордових і трихордових унісонів по всьому фортепіано одночасно.

Вправи для налаштування інструменту:

Вправа для налаштування №1

МЕТА: Ознайомитись із процесом налаштування та навчитися чути биття.

Заграйте ноту А вище середнього С, або А49 (А першої октави), і знайдіть три струни для цієї ноти. Затисніть праву струну за допомогою глушника, залишаючи центральну та ліву струни незатиснутими. Для цього вставте глушник приблизно посередині між молотком та точкою закінчення струни – v-подібним брусом у вертикальному положенні або аграфом чи капо-баром у роялі. В роялі підніміть демпфери за допомогою педалі системи під час вставлення глушника, щоб уникнути деформації фетру демпфера. Покладіть налаштувальний ключ на вірбель лівої струни, в правильному положенні. Попередньо перевірте, чи ключ дійсно знаходиться на незатиснутій струні. Багато струн ламаються у початківців, які «налаштовують» затиснуту струну, не чують жодної різниці в звуці і продовжують крутити вірбель, поки струна не рветься.

Візьміться за ключ і зіграйте А49 рішуче, раз на дві або три секунди, уважно слухаючи за пульсаціями гучності. Поступово повертайте ключ проти годинникової стрілки, щоб відчувати, як вірбель фіксується в вірбель-банку. Продовжуйте грати і слухати. Коли ви будете тягнути ключ сильніше, вірбель повернеться, і ви почуєте биття. Як тільки ви будете продовжувати крутити вірбель і опускати висоту тону, биття буде ставати все швидшим і швидшим. Зрештою нота стане такою розстроєною, що биття стане нечутним, оскільки дві струни почнуть звучати як дві різні ноти. Тепер поступово поверніть ключ за годинниковою стрілкою, як можна повільніше, поки струни не стануть майже в один звук і ви не почуєте знову биття. Продовжуючи натискати на ключ, слухайте, як биття стають повільнішими і повільнішими, поки вони не зникнуть і нота не налаштується. Якщо ви зробите унісон без биття та відпустите ключ, нота знову злегка розстроїться. Якщо струна, яку ви налаштовуєте, надто низька, вам потрібно підняти її поступово до того, як вона стане трохи вище без биття, і як тільки ви відпустите натискання, вірбель повернеться в налаштування і нота звучатиме в тоні. Якщо вірбель дуже тугий, можливо, вам доведеться рухати ключ вперед-назад, щоразу зменшуючи зусилля, поки вірбель не розвернеться і струна не налаштується.

Якщо ви опустите струну, поступово піднімайте її, поки тон стане без биття, а потім продовжуйте натискати – биття знову почне з'являтися.

Биття будуть прискорюватися, коли струна стане все більш і більш високою і натягнутою. Тепер струна стане надто натягнутою, і вам потрібно знизити її до правильного тону. Розлаштуйте та налаштуйте А49, поки не зможете зробити тон без биття.

Пам'ятайте:

1. Грайте голосно, щоб встановити напругу струни.
2. Розлаштовуйте струну в бік зниження тону.
3. Повільно піднімайте висоту тону до тих пір, поки струна не стане трохи вищою в тоні.
4. Відпустіть ключ; трохи потягніть, щоб зафіксувати вірбель.
5. Не налаштовуйте ривками; завжди рухайте його плавно.

Після налаштування лівої струни, затисніть її і практикуйте з правою струною, знову використовуючи центральну струну як еталон. Не коригуйте центральну струну, яка буде вашим еталонним тоном до тих пір, поки не завершите наступні вправи. Практикуйте не більше п'ятнадцяти хвилин за раз на початку. Коли ви зможете налаштувати унісон А49 точно, переходьте до вправи №2.

Вправа для налаштування №2

МЕТА: Налаштувати будь-який унісон без биття.

Тепер, коли ви можете точно налаштувати унісон А49, практикуйте ту ж саму вправу на А37, октаву нижче. Потім поступово рухайтесь до високих нот, по одній за раз. Чим вищий тон, тим складніше налаштовувати унісони з кількох причин: **для усунення биття потрібно менше руху ключа, звук швидше зникає, а високі струни мають більше помилкових биттів.** Повторюйте кожну ноту так швидко, як це необхідно, щоб підтримати тон, до двох разів на секунду в найвищій октаві. Під час виконання цієї вправи не коригуйте будь-які з центральних струн унісонів, як зазначено у вправі №1.

Після практики з унісонами високих нот почніть з G# нижче середнього C і працюйте до басових нот. Для двострунних унісонів вам не знадобляться глушники. Практикуйте розлаштування та налаштування лівої струни кожного двострунного унісону, залишаючи праві струни без змін. Не намагайтеся налаштовувати монохордні (однострунні) унісони поки що.

Вправа для налаштування №3

МЕТА: Навчитися налаштовувати октави.

Октава – це найчистіший інтервал. Це також найпростіший інтервал для налаштування. Налаштуйте кожен унісон в темперментній октаві без биття. Залиште центральні струни кожного унісону в темперментній октаві без змін, налаштовуючи тільки зовнішні струни.

Заглушіть дві зовнішні струни для F45 (F вище середнього C), потім зіграйте F33 (F нижче середнього C) та F45 одночасно. Опустіть струну верхнього тону, слухайте биття і поступово підніміть її до налаштування. Встановіть вірбель, піднявши струну трохи вище тону і поступово опускаючи її назад до налаштування. Коли ви зможете налаштувати октаву F33-F45 без биття, продовжуйте налаштовувати октави до верху фортепіано, а потім від E32-E44 до низу.

При поступовому підвищенні тону октави стають складнішими для налаштування. Іноді може бути корисно зіграти нову ноту на частку секунди пізніше, ніж еталонну ноту. Іноді допомагає також зміна кута нахилу голови. Якщо ви можете налаштувати високі унісони без биття, з практикою ви навчитесь налаштовувати високі октави без биття.

У басовому регістрі кожна октава має два або більше яскравих биттів різних швидкостей, що виникають одночасно. Якщо ви усунете одне з биттів, друге буде занадто помітним, тому налаштувати струну потрібно між цими двома точками. Обидва биття повинні бути повільними, але жодне з них не повинне бути настільки неприязним.

До цього часу ви повинні вміти чути биття, налаштовувати унісони без биття та налаштовувати октави так, щоб вони звучали добре, принаймні в середньому діапазоні фортепіано.

Вашим наступним завданням буде навчитися визначати швидкість биття. Усі інтервали в темпераментній октаві мають биття, але жодне не повинно бути таким швидким, щоб викликати неприязнь і звуковий бруд. Для встановлення темпераменту вам потрібно навчитися визначати швидкість биттів і налаштовувати певні інтервали на їх правильну швидкість биттів.

Вправа для налаштування №4

МЕТА: Навчитися оцінювати швидкість биттів.

Швидкість биттів вимірюється в ударах на секунду (bpm). Для точного налаштування темпераменту вам потрібно навчитися розпізнавати певні швидкості биттів. Існує кілька різних методів налаштування темпераменту, кожен з яких вимагає запам'ятовування різних швидкостей биттів для ваших «основних» інтервалів. Перший метод, описаний нижче, вимагає запам'ятовування семи, восьми та дев'яти биттів на секунду.

Встановіть метроном на 105 уд. на хвилину (ММ – це стандартне позначення одиниць на хвилину, що використовуються в усіх метрономах) і рахуйте чотири удари на кожен такт метронома ($105 \times 4 = 420$ ударів на хвилину, або 7 біт/сек). Зупиніть метроном, спробуйте утримати ритм у голові, а потім знову увімкніть його, щоб перевірити себе. Практикуйте це,

поки не будете добре уявляти, що таке 7 біт/сек. Для перевірки попросіть допомогти людину налаштувати метроном без вашого погляду на нього, поки ви не будете впевнені, що він встановлений на 105 ударів. Коли ви зможете робити це точно, переходьте далі.

Для практики розпізнавання 8 біт/сек встановіть метроном на 120 ударів на хвилину і рахуйте чотири удари на такт. Якщо ви колись грали в маршируючому оркестрі, ви, ймовірно, маєте уявлення про «маршовий темп» 120, що допоможе вам.

Щоб навчитися розпізнавати 9 біт/сек, встановіть метроном на 136 ударів на хвилину і рахуйте чотири удари на такт.

Для «фінального іспиту» попросіть налаштувати метроном на три різні швидкості биттів випадковим чином, щоб перевірити, як точно ви зможете їх визначити. Насправді не вважається обманом подивитися на ваш цифровий годинник, щоб визначити 120 (60 x 2).

Вправа для налаштування №5

МЕТА: Навчитися налаштовувати A49 (A440) до камертону.

Налаштувати A49 безпосередньо до камертону складно, але як тільки ви станете досвідченими в розпізнаванні і співвіднесенні швидкості биттів, вам буде просто порівняти камертон з іншою нотою – тією, що б'ється з нею – і потім налаштувати A49 до цієї ноти на таку ж швидкість биття. Нотою для порівняння є F21. Не має значення, чи є F21 в точному налаштуванні, головне, щоб вона була достатньо близькою, щоб утворити використовуване биття. Якщо ви успішно виконали попередні вправи, ви можете тепер практикуватися на центральних струнах унісонів, які вам слід було залишити як еталон до цього часу.

Заглушіть дві зовнішні струни A49. Тримайте камертон за ручку, вдарте один з його зубців об коліно і тримайте кінець ручки на клавіатурі. Зіграйте F21 і слухайте биття. Потім зіграйте F21 і A49 одночасно і налаштуйте центральну струну A49 так, щоб вона билася з тією ж швидкістю, що і вилка. З практикою ви зможете точно відтворювати швидкість биттів для точного налаштування A440.

Вправа для налаштування №6

МЕТА: Навчитися налаштовувати три важливі інтервали темперменту на правильну швидкість биттів.

Складіть останні півдюйма (приблизно 1,5 см) вашої темперментної смуги з фетру і просуньте її між унісонами E32 і F33, складеним кінцем до баса. Вставте її приблизно на півшляху між молоточком і вертикальною планкою або аграфом (у роялі). Сформуєте невелике коло і ще один склад,

і просуньте наступний склад між F33 і F#34. Продовжуйте формувати петлі, складати та вставляти, поки не заглушите всі зовнішні струни від F33 до A49, залишивши всі центральні струни незаглушеними. У роялі підніміть демпфери за допомогою педалі під час вставки фетру, щоб не пошкодити м'який демпферний фетр.

У цій вправі ви навчитеся налаштовувати три важливі інтервали темперamentу: **F-A (приблизно 7 біт/сек), F-D (приблизно 8 біт/сек) і Bb-D (приблизно 9 біт/сек)**. Використовуючи A37 як еталон, налаштуйте F33 так, щоб він був без биттів. Потім поступово спустіть F33, слухайте биття і регулюйте висоту, щоб інтервал мав швидкість биттів 7 біт/сек. Перевірте швидкість биттів за допомогою вашого метронома та відкоригуйте налаштування за потреби. Коли ви зможете надійно налаштувати велику терцію, переходьте до наступного інтервалу.

Використовуючи F33 як новий еталон, налаштуйте D42 так, щоб він був без биттів. Потім поступово підвищуйте D42, слухайте биття і регулюйте висоту, щоб інтервал мав швидкість биттів 8 біт/сек. Перевірте, відкоригуйте і практикуйте, поки не зможете налаштувати його правильно. Під час налаштування порівнюйте велику сексту з великою терцією F33-A37, щоб переконатися, що секста б'ється швидше за терцію.

Використовуючи D42 як новий еталон, налаштуйте A#38 так, щоб він був без биттів. Потім поступово спустіть A#38, слухайте биття і регулюйте висоту, щоб інтервал мав швидкість биттів 9 біт/сек. Перевірте, відкоригуйте і практикуйте. Порівняйте всі три інтервали, щоб почути, що кожен наступний б'ється швидше за попередній.

Два з наведених вище прикладів – це велика терція, а інший – велика секста.

Як ви їх налаштовували? Ви розширили всі три з них, знижуючи нижню ноту F-A, підвищуючи верхню ноту F-D та знижуючи нижню ноту A#-D. Це відповідає правилу, що всі терції, кварта і сексти мають бути трохи ширшими, а всі квінти – трохи вужчими.

Коли ви зможете точно налаштувати ці три інтервали і будете чути, що вони б'ються з приблизно 7, 8 та 9 біт/сек відповідно, ви готові навчитися налаштовувати темперament.

Основні правила роботи з настроювальним ключем

Перед тим як розпочати налаштування, необхідно засвоїти кілька основних правил роботи з налаштувальним ключем та пристроями.

По-перше, варто пам'ятати, що будь-який рух ключа обов'язково має контролюватися слухом. Не можна повертати вірбель, не почувши звуку.

Потрібно чітко засвоїти, що при натягу струни, тобто при підвищенні висоти тону, слід повертати вірбель за годинниковою стрілкою, а при зниженні тону – проти годинникової стрілки.

Головка ключа повинна відповідати розміру вірбеля. Ключ має щільно сідати на вірбель до кінця. Працювати з ключем потрібно обережно, ретельно встановлюючи його на вірбель.

Поворот ключа потрібно здійснювати плавно, враховуючи зусилля руки та опір вірбеля, уникаючи ривків, особливо коли вірбелі тугі, оскільки це може призвести до їх розхитування або пошкодження деревини вірбельбанку.

Знімати ключ з вірбеля потрібно обережно, щоб не зрушити вірбель з її встановленого положення та не порушити налаштування струни. Ключ знімається з вірбеля рухом на себе. Це правило особливо важливо пам'ятати при налаштуванні інструменту з нестабільним утриманням ладу.

При налаштуванні фортепіано рукоятка ключа повинна бути розташована догори, трохи лівіше від напрямку струн або паралельно їм. Така позиція налаштувального ключа дозволяє уникати зайвого вигину вірбеля та зім'яття деревини вірбельбанку, оскільки частина зусилля руки при повороті вірбеля буде спрямована в бік, протилежний натягу струни.

Нерідко початківці, навчаючись налаштуванню, ставлять ключ не на той вірбель (що може призвести до обриву струни при її перетягуванні), до якого кріпиться струна. Тому під час роботи настроювальним ключем необхідно бути уважними.

Легко помітити, що триструнному хору відповідають три вірбелі, розташовані один під одним з деяким зміщенням вправо. До верхнього вірбеля кріпиться ліва струна, до середнього – середня, до нижнього – права. Загальне розташування вірбелів нагадує шаховий порядок.

У двострунних хорах басового регістру є два вірбелі: верхній та нижній. Нижній вірбель зміщений трохи праворуч від верхнього, а сусідні

пари також чергуються по висоті. У двострунних хорах до верхнього вірбеля кріпиться ліва струна, до нижнього – права.

У однострунних хорах басового регістру вірбелі розставлені ширше. Сусідні вірбелі також чергуються по висоті. При налаштуванні крайніх басових струн іноді потрібно відступати від стандартного положення постановки ключа та діяти зручніше для себе.

Налаштувати фортепіано бажано стоячи (але це також залежить від моделі фортепіано та умов налаштування). Клавіша знаходиться на рівні грудей, і рука менше згинатиме вірбель. Іноді те чи інше положення майстра підказується конструкцією рами та вірбельбанку.

При налаштуванні фортепіано необхідно освоїти різну силу удару по клавішах. Порівнювати інтервали слід на однаковому ударі.

Робота з клинками визначається наступними операціями. Налаштування триструнного хору починається з однієї з крайніх струн. При цьому дві інші заглушуються клином. Наприклад, якщо для початку налаштування вибрана ліва струна, то клинок вставляється між середньою та правою струною; якщо ж права струна, то між середньою та лівою. Потім до налаштованої крайньої струни підлаштовується середня струна в унісон. Для цього заглушується крайня неналаштована струна, і клинок має бути переставлений між хорами. Наприклад, якщо середню струну підлаштовують до правої, необхідно заглушити ліву струну.

Коли налаштовані дві струни хору, клинок виймається, і до них в унісон підлаштовується третя струна.

При налаштуванні двострунного хору одна зі струн налаштовується, а інша заглушується вставкою клинка між нею та сусіднім хором.

Підготовка до налаштування струни проводиться в такому порядку: натискання на відповідну клавішу, стеження за рухом молотка до струни, позначення місця розташування хору та вставка клинка, а потім встановлення ключа на вірбель.

При підстроюванні струн у хорі та налаштуванні інтервалів потрібно переміщувати клинок, а потім ключ. Така певна встановлена послідовність полегшує роботу.

Під час повороту ключа необхідно постійно підтримувати безперервне звучання струн, що налаштовуються. Удари по клавішах під час налаштування кожного реєстру повинні бути відповідної швидкості, що визначається тривалістю звучання. При налаштуванні середньої частини клавіатури удари проводяться помірним темпом, а для нижньої частини – повільніше.

Звучання коротких струн верхнього регістру повинно підтримуватись частими ударами.

При налаштуванні інтервалів можна вдаряти по обох клавішах одночасно або по черзі. При другому способі спочатку потрібно витягнути налаштований звук, а потім підлаштувати іншу струну у інтервалі.

Основні правила роботи з ключем для налаштування:

1. Щільно встановлювати ключ на вірбель.
2. При налаштуванні рукоятка ключа повинна розташовуватися догори
3. Ставити ключ на потрібний вірбель
4. Знімати ключ із кілка обережно
5. Ключ повертати акуратно без різких рухів
6. При підвищенні висоти тону, необхідно повертати вірбель за годинниковою стрілкою, а при опусканні, зниження звуку проти годинникової стрілки.

Принципи та типи настроювання фортепіано. Налаштування унісонів

Налаштування унісонів – усіх струн кожного хору до однакової частоти коливань – становить понад половину всієї роботи з налаштування інструмента. Ця робота базується на вловлюванні слухом повного зникнення биття між струнами хору. Практично розпочинати налаштування унісонів необхідно зі звуків першої октави, де биття сприймаються слухом найкраще.

Приклад. Беремо для налаштування ноту ля. Вважаючи умовно налаштованою ліву струну хору, заглушуємо праву, вставляючи клин між нею та лівою струною сусіднього хору. Ставимо ключ на кілок, що відповідає середній струні, і, натиснувши на клавішу (сила натискання набувається з досвідом), невеликим поворотом вліво опускаємо її до появи значної кількості биття.

Після цього, підтримуючи звучання ударами по клавіші, повертаємо ключ вправо і одночасно вслухаємося в зміну характеру биття. Вловивши момент *повного зникнення биття*, знімаємо зусилля руки з ключа.

Тепер, ударивши по клавіші, прислухаємося до звучання. Якщо налаштування в унісон вдалося, то звук буде рівним, навіть дещо приглушеним. Якщо биття все ще відчутні, процедуру необхідно повторити

спочатку: опустити середню струну й знову підлаштувати її до лівої. Досягнувши найкращого результату, виймаємо клин і, переставивши ключ на нижній кілок, що відповідає правій струні, таким самим чином підлаштовуємо її до двох налаштованих – лівої та середньої.

Тепер необхідно перевірити звучання всіх трьох струн разом. Ударяючи по клавіші, вслухаємося в характер звуку. Він повинен бути рівним і приємним для слуху. Іноді, як би не намагалися налаштувати струну в унісон, биття постійно виникають. Це може свідчити про її зіпсований стан або наявність великої кількості обертонів.

За наведеним прикладом необхідно налаштовувати й інші тони першої октави. Основну увагу слід звернути на зміну характеру биття та вловлювати момент їх повного зникнення. Після отримання задовільних результатів можна перейти до налаштування унісонів у другій октаві та крайній ділянці дискантового регістру. Тут биття будуть частішими, а звук струн коротшим, тому його необхідно підтримувати частішими ударами молоточків.

За цими ж принципами налаштовують унісони в малій октаві, де звучання струн є тривалішим, що підказує відповідну швидкість ударів по клавішах. Характер биття тут також відрізняється: вони будуть ширшими, а момент їх зникнення – розтягнутішим. Відповідно, збільшиться і крок настроювального ключа.

Остання вправа з налаштування унісонів – це підстроювання однієї струни до іншої в двострунному басовому хорі. Під час тренування клин тут не потрібен. Підстроюючи одну струну до іншої, легко помітити, що момент зникнення биття у довгих басових струнах більш розтягнутий, ніж у дискантових (натискати клавішу потрібно рідше, ніж у верхньому регістрі).

Слід запам'ятати, що повороти ключа при налаштуванні низьких тонів фортепіано будуть значно більшими, ніж при налаштуванні високих, де вони можуть вимірюватися мінімальним кроком. Тому, починаючи налаштування унісонів, слід одразу привчатися до раціональних рухів настроювального ключа. Часто для досягнення необхідної висоти тону вистачає мінімального зсуву ключа, що досягається легким натисканням або поштовхом по рукоятці. Усі рухи ключа необхідно виконувати так, щоб кілок у дощці та струна на опорах залишалися в найбільш стійкому положенні. Інакше, під час гри через удари молотків, рівновага може порушитися, що спричинить розлад струни.

Правильна слухова оцінка та точні рухи ключа набуваються лише з практикою.

Налаштування октав

Між однойменними звуками октави не має бути биття. Тому налаштування октави, як і унісону, базується на вловлюванні слухом моменту зникнення биття. Налаштування октав становить приблизно третину всієї роботи й певною мірою подібне до налаштування унісонів. До набуття досвіду налаштування октав у крайніх ділянках діапазону є складним, оскільки висоту цих тонів важче оцінювати на слух. Тому практикуватися слід із октав середньої ділянки клавіатури.

Приклад. Беремо для налаштування октаву ля-ля. Перевіливши заздалегідь точність звучання ля за тюнером або камертонами (весь хор звуку ля повинен звучати в унісон), заглушуємо середню та праву струни хору ля і ставимо ключ на кілок, що відповідає його лівій струні. Тепер, ударяючи послідовно (або одночасно, залежно від зручності) по клавішах ля та ля, слухаємо, чи виникають биття між цими звуками. Якщо ні, то поворотом ключа трохи розстроюємо струну до появи чітко чутних биття. Потім починаємо налаштування октави.

Ударяючи послідовно по клавішах ля та ля, натягуємо струну поворотом ключа вправо. Разом зі зменшенням кількості биття вловлюємо слухом момент їх повного зникнення, що свідчить про правильне налаштування октави.

Якщо октава налаштована правильно, то, ударивши одночасно по обох клавішах, почуємо рівне, спокійне і трохи приглушене звучання інтервалу.

Після цього до лівої струни підлаштовуємо в унісон дві інші струни хору. За аналогією слід налаштовувати інші октави середньої ділянки клавіатури.

Засвоївши достатньо налаштування октав середньої ділянки, можна переходити до крайніх регістрів. Основна практика з налаштування октав починається після освоєння темперації, коли її потрібно буде переносити хроматично вгору та вниз.

Налаштування темперованих квінт

До цього моменту навчання має вже певну навичку у вмінні слухати биття. У зв'язку з цим при налаштуванні кожної темперованої квінти основну увагу слід звертати на характер її звучання, на відміну від чистої квінти. Різниця між ними, як уже зазначалося, дуже незначна і може бути по-справжньому відчутною лише з набуттям значного досвіду. Тому,

починаючи налаштування квінт, доцільно переводити їх із чистого звучання в темпероване, поступово звужуючи інтервал до появи приблизно одного биття на секунду.

Приклад. Беремо квінту ля-мі (вихідний звук ля має бути перевірений, щоб усі три струни хору звучали в унісон). Заглушуємо середню та праву струни мі й ставимо ключ на вірбель, що відповідає лівій струні. Ударивши по клавішах (послідовно або разом), вслухаємося в їхнє спільне звучання. Якщо биття добре чути, можна починати налаштування; якщо ні, слід його створити, трохи послабивши струну. Потім, після удару по клавішах, плавним поворотом ключа підтягувати струну до отримання інтервалу чистої квінти, тобто до моменту, коли биття зникне.

Якщо квінта не налаштувалася з першого разу, слід повторити процес, доки не буде досягнуто рівного та чистого звучання. Тепер, ударяючи по клавішах, легким поштовхом рукоятки вліво (вниз) трохи опускаємо струну, щоб між звуками утворилося приблизно одне биття на секунду.



Рис. 99. Схема налаштування зони темперації та її перевірка акордами

На слух темперована квінта, на відміну від чистої, має сприйматися трохи приглушеною, ніби притупленою. Вслухаючись у характер її звучання, слід налаштовувати квінту доти, поки отриманий інтервал темперованої квінти майже не відрізнятиметься від чистої й буде сприйматися на слух природно. Після цього слід підлаштувати до лівої струни дві інші струни хору.

Практично необхідно налаштувати всі 11 квінт темперованої октави, починаючи з вихідного нижнього звуку й дотримуючись півтонових зсувів (сі-бемоль – фа, сі – фа-дієз тощо). Важливо уважно вслухатися в характер звучання кожної квінти, домагаючись найкращої точності у темперуванні.

Налаштуванню темперованих квінт слід приділити достатньо часу та уваги, адже від точності їхнього налаштування залежить якість ладу всього інструмента (особливо при налаштуванні на слух).

Додаткова та використана література

1. Berg, R.E.; Stork, D.G. (2005), The Physics of Sound (вид. 3rd), Pearson Education Inc
2. Burns, Edward M. (1999). «Intervals, Scales, and Tuning», The Psychology of Music second edition. Deutsch, Diana, ed. San Diego: Academic Press. ISBN 0-12-213564-4.
3. Helmholtz, Hermann, On the Sensations of Tone, Trans. Alexander Ellis, New York: Dover Publications. 1954, 1885. ISBN 0-486-60753-4
4. Jorgensen, Owen (1991), Tuning, Michigan State University Press, ISBN 0-87013-290-3
5. Reblitz, Arthur (1993), Piano Servicing, Tuning, and Rebuilding (вид. 2nd), Vestal Press
6. Regulation and Repair Piano and Player Mechanism together with Tuning as Science and Art Edward Lyman Bill, Publisher Madison Avenue, New York 1909
7. The Arithmetic of Listening Tuning Theory and History for the Impractical Musician. KYLE GANN, University of Illinois 2019
8. Теорія музики: Підруч. для навч. закл. освіти, куль- тури і мистецтв / Г.А. Смаглій. – Х.: Вид-во «Ранок», 2013. 392 с.

ПОЯСНЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ТЕРМІНІВ

А

Абник (нім.) – регулювальний гвинт для встановлення висоти підйому репетиційного важеля механіки рояля.

Абстракт (лат.) – пристрій для передавання руху від одного важеля до іншого зі зміщенням у бік.

Аграф (франц.) – гвинт із потовщеною фігурою та просвердленою головкою, розташований на краю рами, через який проходять струни.

Акорд – поєднання трьох і більше музичних звуків різної висоти, взятих одночасно.

Аксендрат – латунні прутки для виготовлення осей, на яких обертаються молоточки та інші важелі механізму.

Акустика – наука про звук, що вивчає його фізичну природу та питання, пов'язані з його виникненням, поширенням, сприйняттям і впливом у музиці.

Аліквотна струна – струни, які безпосередньо не використовуються виконавцем, а самозбуджуються від коливання ігрових струн.

Алікотне натягування – передбачає наявність додаткових струн, які можна налаштовувати. Ці струни розташовуються вище за основні та не вдаряються молоточками при грі, а лише співзвучно резонують для покращення тембру інструмента.

Аншлаг – частина струни від лінії удару молоточка до струнного штабу.

Атака (демпферів) – ступінь одночасності реагування демпферів на праву педаль фортепіано.

Ауслезер (нім.) – пристрій для звільнення, тобто для порушення зв'язку фортепіанного молотка з деталями механізму, що приводять його в рух.

Ауслезерна пупка/кнопка – циліндрична деталь на ауслезерному гвинті. Після контакту з ауслезерною пупкою шпилер починає своє обертальне рухання, виходячи з-під шультера.

Ауслезирування – відведення штовхального важеля (шпилера) в бік від молоточкового вузла.

Б

Бакенкльоц (нім.) – бічні бруски або колодки, розташовані з обох боків фортепіанної клавіатури між крайніми клавішами останньої та стінками корпусу.

Балансна рейка каркасу клавіш – слугує точкою опори для клавіш.

Бачка – частина корпусу фортепіано, призначена для кріплення шульгами та клапа.

Бекет – кінець дроту, що вставляється в вічко вірбеля.

Бентик (нім.) – стрічка або тасьма, що слугує для відтягування молотка фортепіано у стан спокою при поверненні важелів механізму у вихідне положення.

Биття – акустичні явища періодичного посилення та послаблення звуку, що виникають при малих розбіжностях частот і чути при наближенні до консонансу (440 і 443 Гц дають три биття на секунду). В октаві при 440 і 882 Гц виникає два биття на секунду, у квінті при 220 і 329 Гц виникає одне биття на секунду. У темперованих квінтах биття обов'язкові, їхня частота допомагає настроювачу точно витримати температуру.

Бородок – сталевий стрижень із плоским торцем, який використовують для вибивання штифтів тощо.

В

Вагенбанк (нім.) – середній брусок клавіатурної рами, на штифти якого надягаються клавіші.

Вірбель (нім.), (колок) – деталь фортепіано, за допомогою якої його струна натягується і залишається в натягнутому стані.

Вірбельбанк (нім.) – багатошарова дерев'яна дошка з отворами, у які забивають кілки, що натягують струни інструмента.

Вовча квінта – музичний інтервал, що позначає дуже фальшиву квінту, яка виникає в різних музичних строях.

Г

Гаммербанк (нім.) – міцна дерев'яна або алюмінієва горизонтальна планка, на якій монтуються всі вузли молоточкового механізму.

Гаммерлейстик (нім.) – планка з повстяною подушкою, на яку спираються молоточки механізму рояля.

Гаммерштіль (нім.) – стрижень фортепіанного молотка.

Гармонічний трап – дерев'яний брусок або смужка, що кріпиться до задньої частини кількох ребер резонансної деки. Він допомагає пригнічувати небажані гармоніки, дзвін та інші сторонні звуки.

Гарніровка – оздоблення частин молоточкових механізмів і клавіатур суконними, повстяними та замшевыми прокладками.

Гексагональне обплетення – складаються з шестикутного осердя на яке намотується мідна обмотка.

Глухий удар – явище, як виникає при більшому знятті фетру з нижньої частини молотачка ніж з верхньої при шліфуванні.

Г

Герц – це одиниця виміру частоти коливань. Одиниця вимірювання в системі SI частоти періодичних процесів (коливань), назва якої походить від імені німецького фізика Хенріха Герца

Д

Дека (грец., нім.) – дошка музичного інструмента, що слугує для посилення звуку струн.

Декатирування – ущільнення суконних і повстяних матеріалів.

Демпфер (нім.) – пристрій для глушіння коливань струн.

Демпфергальтер – важіль, що утримує демпферну головку в механізмі фортепіано.

Демпферлейстик – дерев'яна планка, що спрямовує рояльні демпфери по струнних хорах.

Дребелювання – рідкісне явище відскоку молоточків, що спричиняє їхні багаторазові удари по струнах. Ризик дребелювання зокрема виникає при неправильному регулюванні: якщо дистанція підхоплення на фенгери встановлена надто великою.

Друк – глибина опускання передньої частини клавiшi від початкового положення до упору в суконну друкшайбу штульрами. Зазвичай становить 10 мм для білих клавiш.

Друклетоц – контрольний шаблон для вимірювання друка клавiш.

Друкцанги – спеціальні плоскогубці для обтискання суконних прокладок клавiш.

Друкшайба – деталь у вигляді шайби з отвором у центрі, розташована на передньому штифті клавіатури. Є два види друкшайб: суконні (з товстого сукна) та паперові – для тонкого регулювання. Суконні шайби слід розташовувати зверху для досягнення правильного туше.

З

Задня рейка каркасу клавiш – підтримує задні кінці клавiш у стані спокою

К

Канітель – навивка з мідного дроту на струнах у басовому та частково середньому регістрах.

Каподастр (італ.) – планка, що притискає струни поперек, обмежуючи їхню коливальну довжину.

Капсюль (нім., франц.) – дерев'яна або металева вилка, що коливається, як у шарнірі, на штифті деталей фортепіанного механізму.

Капсюль клавiши – (кнопка клавiши) – покриває точку балансу та підвищує стабільність руху клавiши.

Керн (нім.) – дерев'яний осердок деталі фортепіанного механізму, зокрема головки молотка.

Клавіатура – механізм, що складається з 85 або 88 білих і чорних клавіш, розташованих на дерев'яному щиті – штульрамі.

Клавіатура – сукупність клавіш музичного інструмента, об'єднаних на спільній рамі або дошці.

Клавіша – частина клавіатури фортепіано, призначена для передавання енергії пальців піаніста механіці фортепіано.

Клавішний вузол – поєднання важелів клавіш і клавіатурної рами.

Клап – відкидна кришка, що закриває клавіатуру.

Клапан (нім.) – кришка фігурного профілю, що обертається в шарнірах над клавіатурою, запобігаючи осіданню пилю під час бездіяльності (невикористання) інструмента.

Кльоц (нім.) – брусок, колодка, дерев'яна заготовка товстого профілю.

Кома (від грец. κόμμα – «відрізок») – один із найменших музичних інтервалів у музичній акустиці. Кома визначає різницю між подібними, але не тотожними висотними співвідношеннями звуків у різних системах музичного строю.

Консоль – частина корпусу фортепіано у вигляді опорної стійки, що з'єднується з бачкою та ніжкою фортепіано.

Контрклавіатура – частина механізму фортепіано, що не становить єдиного цілого з ударним механізмом і клавіатурою, приводиться в дію від задніх кінців клавіш і обслуговує демпфери.

Контрфенгер (нім.) – відросток на шультері фортепіанного молотка, що взаємодіє з фінгером при відскакуванні молотка від струни після удару.

Крепайзен – регулювальний інструмент для вигинання дротяних деталей.

Крепцанги – плоскогубці для регулювання частин клавішного та молоточкового механізмів.

Кріповка – регулювання дротяних деталей механізму шляхом вигинання.

Кругле обплетення – струни з круглим у перерізі обплетенням. Мають кругле осердя на яке по спіралі накручується круглий дріт.

Л

Лейстик – довга рейка (планка), що обмежує переміщення важелів клавішно-молоточкового механізму. Існують демпферний лейстик, шпилерний, ауслезерний, клавіатурний (цирлейстик). У механіці рояля присутні гаммерлейстик, гальтельлейстик, фігурний лейстик.

Люфт (нім.) – проміжок, повітряний люфт.

М

Мензура – сукупність величин, що характеризують струнну структуру фортепіано.

Молдований пластик – накладка на клавіші, що використовувалась з кінця 1960-х років. Товстіший та потребує більше обробки.

Молоточок – деталь із щільного повсті, закріпленої на дерев'яній основі, призначена для видобування звуку шляхом удару по струні.

Мости – дерев'яні бруси, що кріпляться до передньої частини резонансної деки. Виконують функцію передавання вібрацій від струни на резонансну деку.

Музична клавіатура – це набір суміжних натискних важелів або клавіш на музичному інструменті.

Н

Нагель – дерев'яний штифт для зміцнення клейових з'єднань.

Надфіль (нім.) – маленький напилек із дрібною (бархатною) насічкою, що застосовується для ювелірних та інших точних робіт.

Напівкруглий обплетення – гібрид круглого та плоского обплетення, що поєднує звукові характеристики круглого обплетення з відчуттями плоского. Струни з таким обплетенням зазвичай виготовляються шляхом накручування круглого дроту на осердя з подальшим поліруванням або пресуванням зовнішнього боку струни до майже плоского стану.

Натуральний стрій (також чистий або гармонічний стрій) – це музичний стрій, що базується на інтервалах, утворених за принципом натурального звукоряду (обертонів).

Нахдрук – відстань, яку проходить клавіша після вимкнення шпилера.

Нотний пюпітр – рухома каретка та пюпітерна планка (поличка), яка слугує для встановлення нот під купом, зручним для виконавця.

О

Обв'язки – частина рами футера, розташована горизонтально і призначена для з'єднання зі шпрейцями. Розрізняють верхню та нижню обв'язки.

П

Панцир – суцільна плита чавунної рами, що закриває вірбельбанк.

Педаль (лат., фр.) – ножний важіль, що слугує для приведення в дію допоміжних механізмів фортепіано.

Передня рейка каркасу клавіш – тримає передні кінці клавіш під час гри.

Підструнна тканина – (підструнна повсть) – прокладка для ділянок струн що не працюють для запобігання їх вібруванню та контакту з чавунною рамою.

Пілот (фр., нім.) – гвинт із фігурною голівкою, вкручений у задню частину клавiші й піднімаючий важіль механізму під час гри.

Піралін – пластикова накладка, що використовувалася на клавiшах фортепіано у 1950-х роках.

Піфагорійський стрій – система налаштування музичних інструментів, що базується на послідовному накладанні чистих квінт (співвідношення частот 2:3) на вихідний звук. Цю систему приписують Піфагору (близько 550 до н. е.). Такий стрій забезпечує чисте звучання квінт, але водночас має певні недоліки, зокрема нерівномірність інтервалів у межах звукоряду, що впливає на сприйняття гармонії в різних тональностях.

Плоске обплетення – струни, які мають кругле осердя але дріт, яким він обмотується, має прямокутний перетин.

Полик – масивний щит для кріплення задньої ніжки роялю.

Польстер (нім.) – смужка з товстого сукна, призначена для пом'якшення удару гаммерштилів (молоточковий польстер рулейстика) і клавiш (клавiатурний польстер).

Пупка – кругла колодочка, що служить для упору або утримання дрібних деталей молоточкових механізмів.

Пушель (нім.) – різновид м'якого пухнастого сукна; використовується для підкладок демпферів та інших деталей ігрового механізму.

Р

Рама – частина опорної конструкції фортепіано, призначена для кріплення струн, обмеження робочих довжин і сприйняття навантажень від їхнього натягу.

Регістр – частина музичного діапазону фортепіано за висотою, яка відрізняється характерним звуковим забарвленням. У фортепіано розрізняють: басовий (нижній) реєстр – субконтроктава, контроктава, велика октава, теноровий (середній) реєстр – мала, 1 і 2 октави, дискантовий (верхній) реєстр – 3, 4 і 5 октави.

Репетиція – властивість конструкції клавiшного механізму фортепіано, що забезпечує максимально можливу швидкість повторення ударів молоточків без пропусків по одній і тій самій струні за секунду. Розрізняють одинарну (віденську й англійську механіку), напівторну (з «мушкою»), блютнерівську та подвійну репетицію (Ерар, Швандер-Ерар, Лангера, Реннера, американський механізм стандартного типу).

Репетиція – повторення ударів із зменшеного ходу клавiш (приблизно з половини) для підвищення швидкості гри.

Рівна температура – це музична температура або система налаштування, яка наближає лише інтервали шляхом поділу октави (або іншого інтервалу) на кроки таким чином, щоб співвідношення частот будь-якої суміжної пари нот було однаковим.

Ріпка (нім.) – планка або брусок із резонансної деревини, приклеєний до нижнього (заднього) боку фортепіанної дека; збільшує її міцність і покращує резонансні властивості.

Рубанок (нім.) – струганок для надання гладкості поверхні дерева.

Рулейстик (нім.) – планка або перекладина, на яку в стані спокою спираються деталі фортепіанного механізму.

С

Слонова кістка – найпоширеніший матеріал для клавiш старих фортепіано. Має характерний малюнок зерна, що нагадує відбиток пальця.

Смуга задньої рейкової повсті – щільновиткана шерстяна або фетрова смуга, що слугує для амортизації задніх кінців клавiш у стані спокою.

Стамеска – ріжучий інструмент із ручкою, що слугує для обробки столярних виробів.

Струна – тонка, гнучка, сильно натягнута нейлонова нитка або металева проволочка з рівномірно розподіленою по довжині густиною.

Струнний штабек – литий поріжок на вірбелі панцирі чавунної рами, на якому кожна струна розділяється на робочу (звучну) і неробочу частини.

Т

Тримаршова рама – (також половинна рама) – рама, яка закінчувалася на рівні нижнього краю вірбельбанку у багатьох вікторіанських фортепіано.

У

Унісон – одночасне звучання двох або кількох звуків однієї і тієї ж висоти.

Ф

Фенгер – частина фігурного вузла, що взаємодіє з контрфенгером. Тормозна колодочка на дротяній стійці, що захоплює фортепіанний молоточок при його відході від струн.

Фігура – проміжний горизонтальний важіль, який передає рух від клавiші до молотка за допомогою насадженого на ось штовхача – шпилера.

Фільц – високоякісний технічний повсть різної щільності, з якого виготовляють молоточкові та демпферні головки.

Флейка – мала суконна шайба на опорному штифті клавіатурної рами.

Форбаум – планка в передній частині корпусу рояля, що закриває вірбельбанк і раму.

Фортепіанна механіка – це складна система важелів, пружин і молоточків, що забезпечує точне та швидке відтворення звуку при натисканні клавіш.

Форшибунг – металевий кутник, що переміщує механізм рояля при натисканні лівої педалі.

Фуга – лінія прилегання або склеювання дерев'яних частин.

Фускльотц – верхня широка частина ніжки рояля або брус, у який вкручуються ніжки.

Футор – «скелет» інструменту, що складається з масивної дерев'яної рами з розпірками (шпрейцями).

Х

Хід клавіші – це відстань, яку вона проходить вниз до зупинки на шайбі переднього бруса. Зазвичай близько 10 мм.

Хід молоточка – це відстань між молоточками і струнами. Хід молоточка має становити 44,5 мм. в більшості фортепіано. В спінетах та консольних фортепіано – від 38 до 44,5 мм.

Хор – група струн або одна струна, що відповідає певному тону.

Хорейзен – сталевий оправок для вирівнювання інтервалів струн на штабіку рами.

Ц

Целюлоїд – накладка, що використовувалася в дешевих фортепіано до 1940-х років. Часто має жовтуватий або сіруватий відтінок з тонкими паралельними лініями.

Цент – одиниця вимірювання музичних інтервалів у логарифмічній шкалі. Використовується для точного порівняння висоти звуків та їхніх інтервалів. 1200 центів становлять одну октаву. Рівномірно темперований півтон містить 100 центів. Цент застосовується для аналізу акустичних відхилень, мікроінтервалів та точності налаштування музичних інструментів.

Цирлейстик – частина корпусу фортепіано, що закриває проміжок між клавішами та клапом.

Цоколь – дерев'яний щит, що закриває знизу корпус фортепіано та призначений для кріплення педального механізму.

Цуга – дерев'яні важелі педального механізму.

Ч

Чавунна рама – важливий елемент конструкції фортепіано роялю, що призначений для витримування величезного навантаження, яке виникає від натягу струн.

Ш

Шлейф – дротяний ніжку з петлею на кінці для приєднання стрічки бентіка до фігури.

Шниркуль – фігурний брус для закриття торців фускльоцу.

Шпацейзен – інструмент для регулювання шпацій.

Шпація – відстань між боковими поверхнями сусідніх однакових деталей клавійного механізму фортепіано.

Шпілер (нім.) – штовхач – частина фігурного вузла, що штовхає шультер у фортепіано та барабанчик у роялі до моменту виходу шпілера з-під шультера (барабанчика).

Шпілерлюфт – відстань від верхньої поверхні шпілера до відповідного виступу шультера в початковому положенні клавіші. Підбирається мінімально необхідна індивідуально для кожної механіки.

Шпрейц – деталь рами футера або складова частина металевої рами, розташована вертикально і з'єднана з верхніми та нижніми обв'язками.

Штабик струнний – литий поріжок на вірбельному панцирі чавунної рами, на якому кожна струна розділяється на робочу (звучну) і неробочу частини.

Штанга демпферна – металевий ніжку на гаммербанці, що відводить демпфери фортепіано від струн при натисканні правої педалі.

Штег – деталь фортепіано, що передає коливання струн на деку. Проблеми зі штегом неодмінно впливають на звук. У сучасних фортепіано два штега: дискантовий і басовий.

Штейнунг – відстань від ударної поверхні молоточків у початковому положенні до площини струн. Зазвичай 43-47 мм.

Штифтування – з'єднання рухомих частин механізму з капсулями на коротких осях (штифтах).

Штиц – упор для підйому кришки рояля.

Шток – короткий дерев'яний штифт, що передає рух підйому демпферів при натисканні правої педалі рояля.

Штульрама – частина фортепіано, призначена для кріплення клавіатури. Дерев'яний щит, на якому розташовується клавіатура

Шультер – частина шультерного вузла, призначена для кріплення молоточка і передачі руху від шпілера до молоточка.

Корисні посилання



Чистка громадського роялю в аеропорту Чикаго.



Від клавикорду до сучасного фортепіано - Частина 1.



Виготовлення фортепіано Steinway.



Від клавикорду до сучасного фортепіано - Частина 2.



Процес реставрації рояля.



Чому роялі Steinway такі дорогі



Як працює механіка роялю.



Як виправити заїдання джека, яке призводить до залипання клавіш.



Документальний фільм про фортепіано.

Рекомендована література

1. Berg, R.E.; Stork, D.G. (2005), The Physics of Sound (вид. 3rd), Pearson Education Inc
2. Burns, Edward M. (1999). «Intervals, Scales, and Tuning», The Psychology of Music second edition. Deutsch, Diana, ed. San Diego: Academic Press. ISBN 0-12-213564-4.
3. Helmholtz, Hermann, On the Sensations of Tone, Trans. Alexander Ellis, New York: Dover Publications. 1954, 1885. ISBN 0-486-60753-4
4. Jorgensen, Owen (1991), Tuning, Michigan State University Press, ISBN 0-87013-290-3
5. Keith Richard Hill Play From the Soul: An Artists Science of Creativity CreateSpace. Independent Publishing Platform, 2018
6. Keith Richard Hill Treatise on the True Art of Making Musical Instruments : Practical Guide to the Hidden Craft Enbancing Sound. Independently Published, 2018
7. Reblitz, Arthur (1993), Piano Servicing, Tuning, and Rebuilding (вид. 2nd), Vestal Press
8. Regulation and Repair Piano and Player Mechanism together with Tuning as Science and Art Edward Lyman Bill, Publisher Madison Avenue, New York 1909
9. The Arithmetic of Listening Tuning Theory and History for the Impractical Musician. KYLE GANN, University of Illinois 2019
10. Історія створення музичних інструментів (бандура, баян, скрипка, фортепіано). Науково-методичні матеріали для студентів спеціальності 7.02.02.07 «Музична педагогіка і виховання» та 7.01.01.03 «Педагогіка і методика середньої освіти. Музика» / Н. Є. Турко, В. І. Буцяк. – Рівне: РДГУ, 2005. – 40 с
11. Ніколаус, Харнонкурт Музика як мова звуків: шлях до нового розуміння музики. Науково-популярне видання / Ніколаус Харнонкурт; перекл. Георгій Курков. – Суми : Собор , 2002.
12. Теорія музики: Підруч. для навч. закл. освіти, куль- тури і мистецтв / Г.А. Смаглій. – Х.: Вид-во «Ранок», 2013. 392 с.
13. Хащеватська С. С. Інструментознавство. Підручник для вищих навчальних закладів культури і мистецтв III–IV рівнів акредитації – Вінниця, НОВА КНИГА, 2008. – 256 с., іл. ISBN 978-966-382-176-4

Для нотаток

Для нотаток

Навчальне видання

Упорядник: Володимир Гливацький

Лекції до курсу:

**«РЕМОНТ ТА
НАСТРОЮВАННЯ МУЗИЧНИХ
ІНСТРУМЕНТІВ»**

Технічний редактор – І. П. Борис
Верстка, макетування – В. М. Косяк

Усі матеріали курсу базуються на публікаціях та інших ресурсах,
вказаних в розділі використана література в кінці кожної лекції

Підписано до друку 11.05.2025 Формат 60x84/16 Папір офсетний
Друк цифровий Гарнітура Times New Roman Замовлення №
Ум. друк. арк. 11,50 Обл.-вид. арк. 12, 5 Тираж 100 прим.



Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя.

м. Ніжин, вул. Воздвиженська, 3-А (04631) 7-19-72

E-mail: vidavn_ndu@ukr.net www.ndu.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2137 від 29.03.05 р.

Видавець і виготовлювач ФОП Лисенко М.М.
м. Ніжин, вул. Шевченка, 20. Тел.: (067) 4412124
E-mail: vidavec.lisenko@gmail.com

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 2776 від 26.02.2007 р.