

VI

С. И. БЕЛОВ, Л. Л. БАНДАС, А. Е. МИНИН

ЩИПКОВЫЕ МУЗЫКАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Таш. Гос. музыкальное
училище им. Хамза

Инв. № 3924

Таш. Гос. музыкальное училище им. Хамза

32955

ГОСЛЕСБУМИЗДАТ 1963

VI

Б-43

С. И. БЕЛОВ, Л. Л. БАНДАС,
А. Е. МИНИН

ЩИПКОВЫЕ МУЗЫКАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Таш. Гос. музучилище
им. Хамза
Инв. № ~~5926~~

~~Таш. Гос. Музыкальное Училище им. Хамза~~
~~32955~~



ГОСЛЕСБУМИЗДАТ
Москва 1963

Предлагаемая для издания книга является первым обобщением опыта, накопленного за долгие годы работы в промышленности музыкальных инструментов.

При составлении книги использованы научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области производства щипковых музыкальных инструментов, выполненные различными организациями.

В книге дан исторический обзор развития народных щипковых музыкальных инструментов, освещены основы их конструирования. Впервые дана конструкция арф.

В конце книги, в разделе «Приложения», помещены справочные материалы — производственные нормативы, технические условия на узлы и изделия.

Книга может служить учебным пособием для изучающих данное производство, а также руководством для инженерно-технических работников предприятий и ремонтных мастерских. Она представляет интерес для торговых организаций и широкого круга потребителей, так как в ней освещены правила транспортировки, хранения, настройки щипковых музыкальных инструментов и содержатся данные о качественных требованиях к различным их видам.

Глава I

ВВЕДЕНИЕ

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЩИПКОВЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Среди музыкальных инструментов группа щипковых инструментов является наиболее распространенной. К этой группе относятся арфовые (арфа и цитра), лютневые (лютни, балалайки, домры, бандуры) и другие, носящие название щипковых по способу извлечения звука (ущипливанием струны).

Конструкции всех этих инструментов неоднократно менялись от простейших форм до современного их вида.

Древнейшим инструментом является арфа, насчитывающая тысячелетия своего существования, и гусли.

Балалайка — чисто русское изобретение, и появилась она, вероятно, в XVII в. Родиной гитары считается Испания, где в эпоху средних веков были распространены гитары двух видов — латинские и мавританские; родиной мандолины является Италия, где она появилась в середине XVII в.

Упоминание о домре в русских памятниках относится к XVI в. Наибольшее распространение она получила в XVII в., однако ни изображения этого инструмента, ни описания древних домр, употреблявшихся в то время в России, не сохранились.

В России гитара появилась приблизительно в середине XVIII в. Предшественницей гитары считается лютня, завезенная в Испанию маврами из Северной Африки. В России ближайшей предшественницей гитары явилась украинская бандура, схожая по форме с лютней.

В отличие от лютни гитара имела плоский корпус с более длинным грифом, но с приклеенной подставкой и резонаторным отверстием посередине. Расположение колков на боковой поверхности головки подтверждает восточное происхождение гитары.

Однако у некоторых гитар (латинских) колки располагались на нижней поверхности. Предполагают, что распространение этих инструментов шло с Востока и с Запада. Западный тип гитары имел много общего со смычковыми инструментами;

появление их относится к XIII в. В дальнейшем оба типа инструментов смешались и появился общий тип, который продолжительное время совершенствовался.

Основными причинами популярности гитары с конца XVIII в. следует считать: усовершенствование инструмента, его универсальность и портативность, дешевизну и доступность для всех слоев населения. Усовершенствование инструмента шло по пути увеличения количества струн и улучшения их строя. Шестая струна увеличила исполнительские возможности гитары по сравнению с пятиструнной. Строй шестиструнной гитары сохранился до наших дней.

На западе наибольшее распространение в XIX в. получила шестиструнная гитара. В России же шестиструнная гитара широкого распространения в это время не получила.

Основоположителем гитарного искусства в России до сего времени считали А. О. Сихру. В. А. Русаков в своей работе о Сихре «Кто изобрел русскую семиструнную гитару» приходит к выводу, что утверждение о прибавлении А. О. Сихрой седьмой струны в гитаре и установлении соль-мажорного строя, в то время как семиструнная гитара с таким строем была за границей,— не имеет оснований¹.

Распространение гитары в России было подготовлено всем ходом развития русской музыкальной культуры, но значительная роль в пропаганде семиструнной гитары принадлежит автору первой русской школы игры на гитаре — чешскому гитаристу Игнацу Гельд².

Во второй половине XIX в. семиструнная гитара стала излюбленным инструментом мещанских кругов.

После Великой Октябрьской социалистической революции, по мере культурного роста широких трудящихся масс и улучшения их материального благосостояния наблюдается огромный спрос на все виды музыкальных инструментов и особенно на гитару, которая обладает большими музыкальными возможностями, являясь в одинаковой мере сольным, оркестровым и аккомпанирующим инструментом.

Появление балалайки некоторые исследователи объясняют необходимостью перейти от домры к более упрощенной форме.

Домры изготовлялись специальными мастерами, но в конце XVII в. они прекратили их изготовление. Отдельные любители-музыканты, не имея возможности приобрести домру, стали сами заниматься ее изготовлением.

Так как овальная и полукруглая форма кузова домры была им непосильна, то они заменили ее треугольной. Если на домре играли, перебирая струнами, то на новых инструментах стали играть, ударяя по всем струнам, вызывая брэнчание инстру-

мента, откуда и произошло название «брунька», «балабайка» и впоследствии «балалайка».

В литературе упоминание о балалайке встречается в начале XVIII в., и к этому же времени прекращается упоминание о домре. В музыкальном быту дореволюционной России балалайка была почти единственным народным инструментом до середины прошлого столетия, когда ее стала вытеснять гармоника.

Распространение балалайки в России шло с востока на запад, затем на юг до Белоруссии, Литвы, Украины и дальше этих пределов не пошло, уступая место идущим с запада гитаре и мандолине.

В различные периоды конструкция и форма инструмента изменялись. Менялось одновременно и внешнее оформление и соотношение между длиной корпуса и грифа. Если раньше был малый корпус и длинный гриф с соотношением 1:2, то у современных балалаек это соотношение составляет 1:1. Число струн увеличилось от двух до трех, до четырех и шести.

Современный тип балалайки имеет три струны, из которых две настроены в унисон *ми* и одна на кварту выше *ля-ля*. Четырех- и шестиструнные балалайки распространены в основном на Украине.

Первые балалайки имели 5—6 ладов, а современные до 24. Это расширило их диапазон и позволило исполнять на них сложные оркестровые и сольные музыкальные произведения.

Новое возрождение балалайки в русском быту произошло после ее усовершенствования в 60-х годах прошлого столетия известным музыкальным мастером Ивановым под руководством не менее известного музыканта, композитора и организатора великорусского оркестра В. В. Андреева, который выступал в 80-х годах сначала один, а затем с хором балалаечников, играющих на инструментах созданной им конструкции.

По мере развития менялось внешнее оформление балалайки, а также число клепок корпуса. Вначале их было 5, а затем 7.

Известный музыкальный мастер Налимов изготовил балалайку, у которой число клепок было 6, что придало ей красивую форму без снижения ее музыкальных достоинств. В настоящее время балалайки изготавливаются пяти-, шести-, семи-клепочные.

Балалайки бывают разных размеров, с разным строем. Вместе с домровой группой инструментов они составляют домробалалаечный оркестр.

Родиной мандолины является Флоренция (Италия), где она появилась в XVIII в.

По грушевидной форме и резонаторному отверстию мандолина напоминает лютню. Излом деки, лагунные лады, наклонная головка и парные струны позволяют предполагать, что мандолина — инструмент европейского происхождения, но техника

¹ В. А. Русаков, «Гитара и гитаристы». М., вып. 2, 1901 г., стр. 23.

² Б. Вольман, «Гитара в России». Л., Музгиз, 1961, стр. 13

извлечения звука *тремоло* указывает на то, что она пришла с востока. Наибольшего развития и усовершенствования мандолина достигает в XVIII в., когда она становится популярным народным инструментом Италии.

Мандолины бывают нескольких типов: флорентийская мандолина с пятью двойными струнами, неаполитанская с четырьмя двойными струнами, генуэзская, падуанская, римская, сиенская, миланская и др.

Квинтовый строй мандолины (как у скрипки) позволяет исполнять на ней пьесы скрипичной литературы, этим отчасти можно объяснить быстрое распространение мандолины за пределами Италии.

В России впервые мандолина появилась к концу XVIII в. В это время в других странах Европы она получила широкую популярность и претерпела ряд изменений.

Кроме овальной неаполитанской мандолины, в последнее время появилась плоская португальская мандолина как упрощенная разновидность первой. В результате изменения формы корпуса изменился тембр инструмента. Овальная мандолина имеет приглушенный носовой тембр, плоская — открытый резкий и грубоватый, мало привлекающий хороших музыкальных исполнителей, и поэтому не получила широкого распространения.

Мандолины изготовляются разных размеров (от пикколо до контрабаса) и вместе с гитарами составляют так называемый неаполитанский оркестр.

Арфа — самый старинный инструмент, изобретение которой относится к 2700 г. до н. э. Она была известна уже древним египтянам, использовавшим ее для религиозных и светских целей.

В XII—XIV вв. арфа была любимым инструментом трубадуров и игра на ней была одним из требований аристократического образования.

В XVII в. было известно несколько типов арф: с 24 кишечными струнами; с 43 струнами, называемая ирландской и имеющая хроматический строй; арфы Давида с резонансовой декой и др.

В последующем столетии арфа вместе с другими инструментами входила в состав оркестра. Ее применение в профессиональной музыке было связано с диатоническим звукорядом.

Распространению арфы способствовало изобретение крючковой арфы, в которой струны настраивались до нужной высоты крючками. Ручная перестройка делала крючковую арфу мало пригодной для более высоких художественных и технических задач.

Себастьяном Эرارом (Париж) была изготовлена семипедальная арфа с двойными зарубками, которая настраивалась по диатонической гамме со звуковым диапазоном $6\frac{1}{2}$ октав.

У нее имеется семь педалей, каждая из которых, помимо основной позиции, имеет две перестановки, позволяющие повысить звук на полтона или целый тон. Арфы изготовляются во Франции, Англии, Америке. Производство арф освоено и в СССР (Ленинград).

СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЩИПКОВЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ ИХ РАЗВИТИЕ

Производство щипковых инструментов до XX в. было сосредоточено как в дореволюционной России, так и в других странах в руках отдельных музыкальных мастеров-кустарей. До первой мировой войны в Западной Европе и в Америке производство щипковых инструментов стало концентрироваться на фабриках; в России же оно продолжало оставаться в руках кустарей до 1926 г.

Производство щипковых инструментов в дореволюционной России составляло около 400 000 шт. в год, и это приводило к необходимости импорта щипковых инструментов до 200 000 шт. в год.

Лишь в 1926—1927 гг., когда основные отрасли промышленности были восстановлены, начинается организация промышленности музыкальных инструментов.

Первая фабрика щипковых инструментов имени А. В. Луначарского была организована в Ленинграде в зданиях бывшей фортепьянной фабрики Шредер. В настоящее время эта фабрика является крупнейшим предприятием в СССР по выпуску щипковых музыкальных инструментов.

Удельный вес выпуска щипковых музыкальных инструментов на этой фабрике составляет большой процент. Данные роста этой фабрики приведены в табл. 1.

Таблица 1

Год	Количественный выпуск инструментов в шт.	Число рабочих
1926	9 000	120
1927	40 900	188
1929	134 246	549
1931	318 943	1045
1934	414 800	1098
1936	518 114	1247
1950	606 292	1624
1957	621 300	1692
1960	675 876	1700
1961	687 592	1675

Общий выпуск щипковых музыкальных инструментов в СССР предусмотрен планом на 1962 г. в количестве 1 107 500 шт.

Дальнейшее развитие производства щипковых музыкальных инструментов, снижение их себестоимости и улучшение качества будет зависеть от повышения производительности труда, ввода в производство специального оборудования для механизации ручных трудоемких работ.

Наряду с увеличением выпуска щипковых музыкальных инструментов расширяется ассортимент и улучшается их качество (табл. 2).

Таблица 2

Изделия	Выпуски по годам в шт.						
	1932	1935	1937	1950	1952	1960	1961
Балалайки	211 900	194 400	177 500	129 353	119 586	148 669	126 533
Гитары	101 800	146 700	220 400	138 421	224 569	391 785	419 400
Мандолины	59 400	64 900	79 300	70 400	914 191	116 064	121 395
Оркестровые инструменты	—	6 300	14 100	9 064	18 705	19 419	20 264

С 1956 г. фабрика имени Луначарского начала выпуск арф.

Глава II

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО АКУСТИКЕ И МУЗЫКАЛЬНОЙ ГРАМОТЕ

Упругое тело, приведенное какой-либо силой в колебательное движение, вызывает колебание окружающей его среды.

Если натянутую струну ударом или щипком привести в колебательное движение, то она приведет в колебание окружающий воздух. В результате колебания частицы воздуха, распространяясь во всех направлениях равномерно, воздействуют на органы слуха. Явление, ощущаемое органом слуха при воздействии на него этих колебаний, называется звуком, а сами колебания звуковыми.

Струна, издающая определенный тон, производит совершенно точное и определенное число колебаний в 1 сек, которое не уменьшается при уменьшении амплитуды колебаний. Число колебаний струны в 1 сек носит название частоты колебаний, которая определяет высоту звука. За единицу частоты в акустике принимают герц (гц) — одно колебание в секунду.

Человеческое ухо воспринимает звуки с частотой колебаний в пределах от 16 до 20 000 гц. В музыке находят применение лишь около 100 звуков, имеющих частоту от 16 до 4700 гц (приблизительно). Звуки с большей частотой бедны обертонами и поэтому мало выразительны.

Музыкальная акустика занимается изучением музыкальных звуков, т. е. звуков, обладающих определенной высотой, тембром и громкостью.

В различных средах скорость распространения звука различна. Она прямо пропорциональна упругости и обратно пропорциональна плотности среды, т. е.

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \text{ см/сек.},$$

где:

E — упругость среды в кг/см^2 ;

ρ — плотность в г/см^3 .

В качестве примера вычислим скорость звука в древесине ели.

Пример.

Среднее значение модуля упругости $E = 1,1 \cdot 10^5 \text{ кг/см}^2$, средняя плотность $\rho = 0,42 \text{ г/см}^3$.

Для приведения равенства к единой размерности необходимо рассмотреть уравнение в системе CGS, в которой E выражается в дин/см^2 , $1 \text{ кг/см}^2 = 980 \text{ 665 дин/см}^2$, тогда

$$V = \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^5 \cdot 980 \text{ 665}}{0,42}} = \sqrt{2570 \cdot 10^8} = 510 \text{ 000 см/сек} = 5100 \text{ м/сек}.$$

Ниже приведены сравнительные данные скорости распространения звука в различных средах (табл. 3).

Таблица 3

Среда	Скорость в м/сек	Температура в °C
Воздух	344	20
»	331,5	0
Вода	1430	17
Свинец	1200	18
Алюминий	5250	18
Латунь	3420	15—20
Чугун	3850	15÷20
Медь	3580	15÷20
Сталь	5050	15÷20

Скорость распространения звука в древесине зависит от ее породы и направления волокон.

Данные скорости звука в древесине различных пород и по разным направлениям приведены в табл. 4.

Таблица 4

Порода	Скорость распространения в м/сек		
	вдоль волокон	в радиальном направлении	в тангентальном направлении
Сосна	5030	1450	850
Пихта	4600	1525	860
Ясень	5065	1510	1370
Дуб	4175	1665	1400
Клен	4450	1670	1125
Береза	3625	1995	1535
Ольха	5060	1485	1135
Ель	4179—5256	1470	880

Из данных таблицы видно, что звук лучше всего распространяется вдоль волокон, медленнее в радиальном и еще медленнее в тангентальном направлениях.

Диапазон громкости звуков, применяемых в музыке, ограничен. Тихие звуки требуют напряжения органов слуха, а громкие вызывают болевые ощущения.

Соотношение двух звуков по высоте, т. е. по числу их колебаний, называется интервалом.

Расстояние между крайними по высоте звуками называется диапазоном.

Расположение звуков в последовательном порядке по возрастающей или убывающей высотам дает звуко ряд, образующий гамму.

Диапазон музыкальных звуков делится на группы, называемые октавами, в пределах которых имеется семь различных по высоте тонов: *до, ре, ми, фа, соль, ля и си*. Каждый тон изображается на нотном стане знаком — нотой. Интервалы между *до* и *ре*, *ре* и *ми*, *фа* и *соль*, *соль* и *ля*, *ля* и *си* составляют тон, а между *ми* и *фа*, *си* и *до* (следующей октавы) полутон. Диапазон щипковых музыкальных инструментов представлен на рис. 1.

Звуки, между которыми интервал равен целому тону, могут быть повышены на полтона (повышение обозначается знаком # — *диез*) или понижены на полтона (понижение обозначается знаком \flat — *бемоль*).

В каждой октаве имеется 12 полутонов. Непрерывное следование этих полутонов называется хроматической гаммой.

Для обозначения тонов пользуются буквами латинского алфавита: *a, b, c, d, e, f, g, h*, а для обозначения *диеза* или *бемоля* к букве соответствующего тона прибавляют окончание *is* — *диез* или *es* — *бемоль*.

Ниже дается запись тонов на русском языке и буквами латинского алфавита.

Запись на русском языке	до	$\frac{\text{до-диез}}{\text{ре-бемоль}}$	ре	$\frac{\text{ре-диез}}{\text{ми-бемоль}}$	ми	фа
Запись буквами латинского алфавита	<i>c</i>	$\frac{\text{cis}}{\text{des}}$	<i>d</i>	$\frac{\text{dis}}{\text{es}}$	<i>e</i>	<i>f</i>
Запись на русском языке	$\frac{\text{фа-диез}}{\text{соль-бемоль}}$	соль	$\frac{\text{соль-диез}}{\text{ля-бемоль}}$	ля	$\frac{\text{ля-диез}}{\text{си-бемоль}}$	си до
Запись буквами латинского алфавита	$\frac{\text{fis}}{\text{ges}}$	<i>g</i>	$\frac{\text{gis}}{\text{as}}$	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>h c'</i>

Одноименные звуки всех октав имеют кратные числа колебаний. Частота колебаний звуков следующей октавы в 2 раза больше одноименных звуков предыдущей октавы.

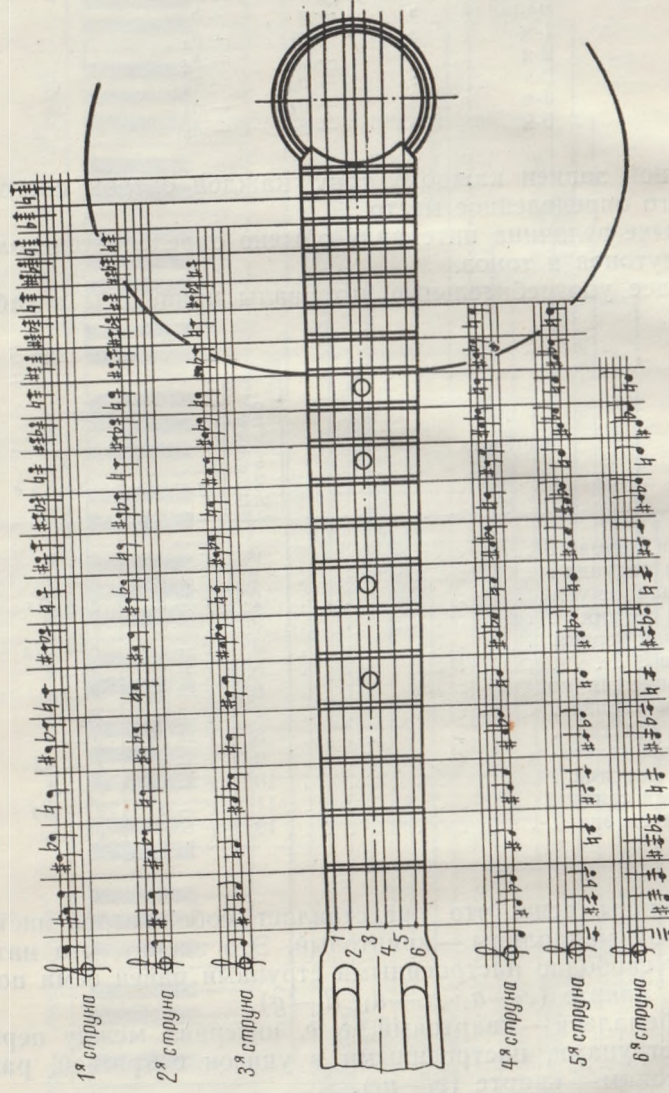


Рис. 2. Расположение нот на струнах и ладах грифа шестиструнной гитары

Название звуков	Звук											
	до	до# ре♭	ре	ре# ми♭	ми	фа	фа# соль♭	соль	соль# ля♭	ля	ля# си♭	си
Название октав	с	Cis Des	D	Dis Es	E	F	Fis Ges	G	Gis As	A	B	H
Субоктава	16,35	17,32	18,35	19,44	20,6	21,82	23,12	24,49	26,95	27,5	29,13	30,86
Контроктава	32,7	34,64	36,7	38,89	41,2	43,65	46,24	48,99	51,91	55,0	58,27	61,73
Большая октава	65,4	69,28	73,4	77,78	82,4	87,3	92,48	97,98	103,82	110,0	116,54	123,46
Малая »	130,8	138,56	146,8	155,56	164,8	174,6	184,96	195,96	207,64	220,0	233,08	246,92
1-я октава	261,6	277,12	293,6	311,12	329,6	349,2	369,92	391,92	415,28	440,0	466,16	493,84
2-я »	523,2	554,24	587,2	622,24	659,2	698,4	739,84	783,84	830,56	880,0	932,32	987,68
3-я »	1046,4	1108,48	1174,4	1244,48	1318,4	1396,8	1479,68	1567,68	1661,12	1760,0	1864,64	1975,36
4-я »	2092,8	2216,96	2348,8	2488,96	2636,8	2793,6	2959,36	3135,36	3322,24	3520,0	3729,28	3950,72
5-я »	4185,6	4433,92	4697,6	4977,92	5273,6	5587,2	5918,72	6270,72	6644,48	7040,0	7458,56	7901,44

Глава III
КОНСТРУКЦИИ ЩИПКОВЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ
ИНСТРУМЕНТОВ
КЛАССИФИКАЦИЯ

Щипковые музыкальные инструменты образуют подгруппу, входящую в группу струнных инструментов, куда входят также смычковые, ударно-клавишные, ударные и щипково-клавишные инструменты.

Самостоятельную группу составляют электрические музыкальные инструменты, источником звука которых являются электрические колебания звуковой частоты.

К щипковым музыкальным инструментам относятся: арфа, балалайка, гитара, домра, мандолина, гусли, цитра.

По количеству струн щипковые музыкальные инструменты подразделяются на следующие виды:

- Балалайки — трех-, четырехструнные с добавочной первой струной, шестиструнные с парными струнами;
- Гитары — шести-, семи- и одиннадцатиструнные, последние с добавочными четырьмя басовыми струнами;
- Домры — трех- и четырехструнные;
- Мандолины — восьмиструнные с парными струнами

По конструкции щипковые музыкальные инструменты подразделяются на следующие виды:

- Гитары — одно- и двухгрифные с приклеенным или отъемным грифом, гавайская;
- Балалайки — пяти-, шести- и семиклепочные;
- Мандолины — овальные, полуовальные, плоские с приклеенным и отъемным грифом;
- Гусли — звончатые, клавишные

В зависимости от размеров и строя щипковые музыкальные инструменты подразделяются:

- Гитары — обычная, терц, кварт, квинт;
- Балалайки — прима, секунда, альт, бас и контрабас;
- Домры (трехструнные) — пикколо, прима, альт, тенор, бас;
- Домры (четырёхструнные) — пикколо, прима, альт, тенор, бас, контрабас;
- Гусли звончатые — пикколо, прима, альт, бас

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

ГИТАРА

Гитара состоит из двух узлов: корпуса и грифа, соединенных между собой наглухо или специальным винтом (рис. 3).

Корпус гитары, вогнутый с боков, имеет форму восьмерки, у которой нижний овал больше верхнего. Корпус состоит из двух обечаек (правой и левой), контробечаек, верхнего и нижнего клецев, деки, дна и стрелки. Обечайки, контробечайки и клецы образуют рамку корпуса. Между клецами и обечайками вклеивается прокладка. Детали рамки корпуса и корпуса в целом склеиваются.

Обечайки служат для образования боков корпуса и изготавливаются из двухслойной клееной фанеры листовых пород древесины (березы, бука, клена), у которой наружный слой с продольным направлением волокон, а внутренний — с поперечным. Толщина каждого слоя 1,15 мм. Такое взаимно-перпендикулярное расположение слоев дает возможность легко изгибать обечайки по форме шаблона, в котором происходит сборка рамки корпуса.

Длина и ширина обечаек зависит от размеров корпуса: сверху обечайки имеют прямую линию, а внизу — небольшую выпуклость по форме корпуса.

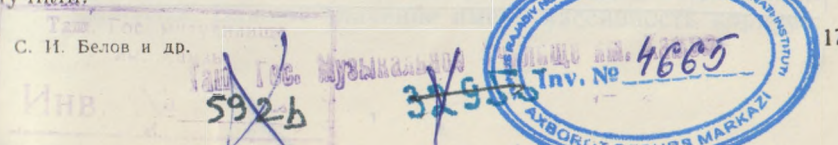
Обечайки можно изготавливать из массива древесины бука, клена, красного дерева, ореха и других ценных пород. Применение массива древесины делает корпус более жестким и улучшает звучание инструмента.

Контробечайки придают корпусу жесткость и увеличивают площадь для приклеивания деки и дна. Они изготавливаются из трехслойной клееной фанеры толщиной 3 мм (поперечный слой) и из березового шпона толщиной 1,15 мм (продольный слой). Причем к обечайке сначала приклеивается контробечайка с поперечным слоем, а затем с продольным. Контробечайка с продольным слоем необходима для укрепления поперечной контробечайки при фрезеровании рамки корпуса. Ширина контробечаек 20 мм.

Контробечайки своими концами упираются в верхний и нижний клецы, благодаря чему корпус становится жестким. В специально выбранные гнезда в контробечайках вклеиваются концы пружин деки и дна.

Контробечайки изготавливаются из массивной древесины — бука, клена сечением примерно 8×10 мм. Для того чтобы такую контробечайку изогнуть по форме корпуса, по всей ее длине делают ряд пропилов через каждые 10—12 мм.

Применение контробечаек из массива древесины вызывает трудности при изготовлении, повышает стоимость инструмента, и поэтому широкого распространения такие контробечайки не получили.



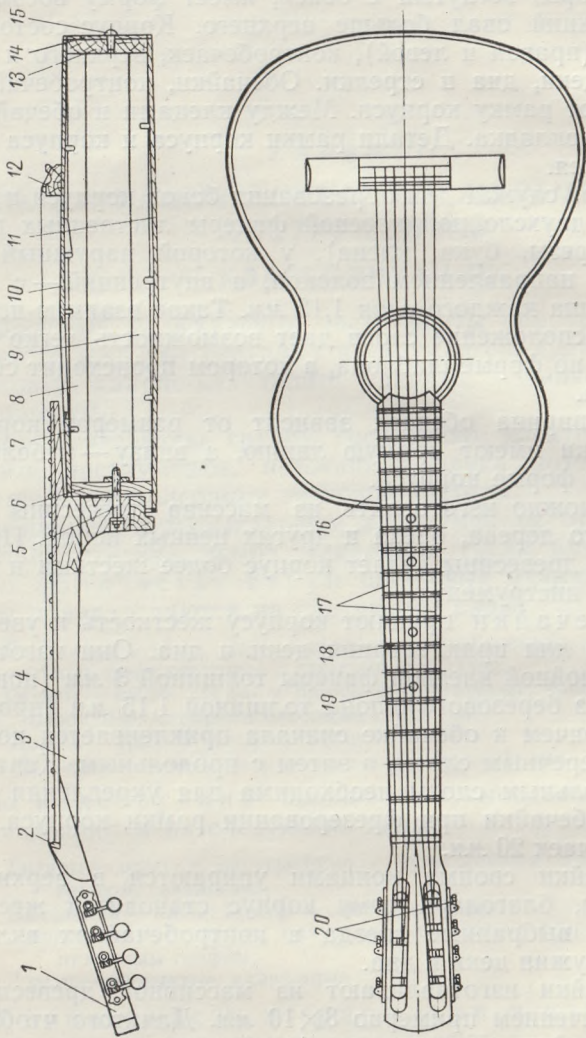


Рис. 3. Гитара:

1 — головка; 2 — порожек; 3 — ручка; 4 — накладка; 5 — винт; 6 — клещ верхний; 7 — пружины; 8 — контроб-
чайки верхние; 9 — контробчайки нижние; 10 — дека; 11 — дно; 12 — подставка; 13 — клещ нижний; 14 — об-
чайки; 15 — кнопка; 16 — обкладка; 17 — струны; 18 — ладовые пластины; 19 — точки; 20 — колковая механика

Клецы верхний и нижний связывают обечайки корпуса. Для того чтобы на наружной поверхности обечаек не были видны следы граней клеца, особенно после лакировки, между клецем и обечайкой вклеивают прокладку из березового шпона толщиной 0,8—1 мм, длиной, превышающей длину клеца на 30—40 мм.

В верхнем клеце выбирается гнездо глубиной 14—15 мм для пятки грифа при соединении его с корпусом. Толщина клеца должна быть равной 28 мм, а длина — не менее 80 мм. В нижнем клеце, толщина которого принимается равной 12—14 мм, просверливается отверстие для кнопки. Клецы изготавлиются из ели.

Стрелка закрывает место стыка обечаек в нижнем овале и вклеивается в специальное гнездо. Для плотного прилегания к обечайкам стрелка должна быть конусной с размерами вверху 18—20 мм и внизу 9—10 мм, длиной, превышающей высоту корпуса на 15—20 мм. Стрелка изготавливается из бука, березы, клена толщиной 2,5—3 мм.

Для придания изделию более красивого внешнего вида в корпус вклеивают мореные стрелки с жилками из фанеры. Корпус гитары может быть изготовлен и без стрелки. В этом случае необходима точная подгонка обечаек по длине, а в месте стыка обечаек вклеиваются жилки из целлулоида, пластмассы или фанеры.

Дека является ответственной деталью корпуса и инструмента в целом. Воспринимая через подставку колебания струн, дека усиливает звуки всех частот по всему диапазону инструмента, придает звуку определенный тембр, приятный на слух, достаточной громкости и продолжительности. Энергия, получаемая декой от струны при щипке или ударе, расходуется частично на звукообразование, т. е. передается окружающему воздуху — полезная энергия, а частично расходуется на вредные потери:

на преодоление внутреннего трения при распространении звуковых волн в деке поперек волокон. Для снижения этих потерь к деке приклеивают пружины, а изготавливают ее из ели, обладающей наибольшей скоростью распространения звуковых волн;

на первоначальное раскачивание деки, т. е. механическое сопротивление деки, которое будет тем меньше, чем меньше масса деки и чем выше ее упругость. Увеличение толщины деки потребует большего расхода энергии на ее раскачивание, следовательно, толщина деки не должна превышать 2—2,5 мм;

на трение в опорах, т. е. в местах соединения деки с корпусом, которое будет тем меньше, чем жестче опора, корпус. Поэтому необходимо постоянно следить за жестким соединением деки с корпусом. Важное значение имеет массивность корпуса.

При соединении деки с легким корпусом она начнет раскачивать такой корпус и вредные потери увеличатся.

Чем меньше вредные потери, тем лучше, приятнее, сильнее и продолжительнее звучание инструмента.

Дека изготавливается из отдельных дощечек резонансовой ели, подобранных по слою, цвету, плотно склеенных между собой и расположенных параллельно оси инструмента. Количество дощечек в деке колеблется от 5 до 7. Количество дощечек не влияет на звуковые качества.

Деку можно изготавливать «гомогенным способом»: широкую дощечку распиливают по толщине пополам, обе половинки разворачивают и склеивают по кромкам. Такая дека более однородна, а годовые слои располагаются симметрично относительно оси.

В деке выбирается резонаторное отверстие, служащее для увеличения длительности и силы звучания инструмента, которое часто украшают инкрустированной розеткой или набором жилок. Дека гитар иногда вместо резонаторного отверстия имеет вырезы в виде *f*. Такие вырезы распространены в эстрадных гитарах.

Пружины представляют собой бруски, изготовленные из древесины ели различного сечения и приклеиваемые к деке и дну гитары в определенных местах. Они придают деке выпуклость, механическую прочность и способствуют распространению колебаний струн по всей деке, улучшая тем самым звучание инструмента.

Научно-исследовательские работы Московской экспериментальной фабрики щипковых инструментов показали, что геометрия пружин и их расположение на деке оказывают большое влияние на спектр излучения. Изменяя размеры и расположение пружин, можно изменять звуковой спектр, излучаемый инструментом.

Изменение высоты пружин является средством для управления основным тоном инструмента. С уменьшением высоты пружин понижаются частота и амплитуда основного тона. Понижение частоты основного тона субъективно воспринимается как улучшение тембра, его глубины. При уменьшении толщины пружин и увеличении длины скосов частота и амплитуда колебаний основного тона также понижаются, но значительно медленнее, чем при уменьшении высоты пружин.

Пружина деки, воспринимая через подставку давление струн, работает как балка, лежащая своими концами на опорах (в гнездах контробечаек). Наибольшее напряжение пружина испытывает посередине, уменьшаясь у концов. Поэтому в пружинах делают скосы, позволяющие увеличить упругость деки и улучшить условия приклейки пружин в гнездах контробечаек.

Пружины применяют прямоугольного и трапецидального сечений. Опыты показали, что сечения не оказывают существенного влияния на звучание инструментов. Но поскольку пружины прямоугольного сечения более технологичны в производстве, они находят все большее распространение.

Пружины на деке располагаются перпендикулярно направлению волокон или под небольшим углом ($5-10^\circ$) чаще всего в средней части деки, так как в этом месте она имеет наибольшую гибкость и наибольшую амплитуду колебаний. Поэтому изменение формы пружин в этом месте сказывается на изменении

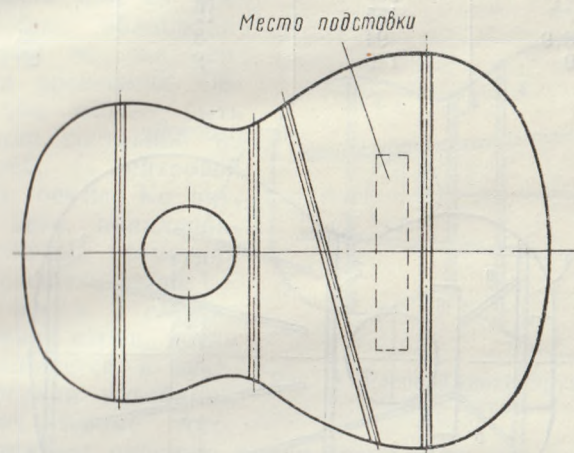


Рис. 4. Расположение пружин на деке гитары

спектра значительно сильнее, чем такое же изменение в другом месте.

На рис. 4 изображена схема расположения пружин на деках гитары и их геометрия при высоте пружин 12 мм и толщине 5 мм. Инструменты с такой схемой показали хорошее звучание.

На гитаре индивидуального заказа деки могут быть изготовлены с комбинированным расположением пружин: поперек и вдоль волокон (веерообразно). На рис. 5 показана схема комбинированного расположения пружин на деке гитары. Размеры пружин указаны в табл. 7.

Гитары с такой схемой расположения пружин получили высокую оценку по своему звучанию. Но изготовление гитар с таким расположением пружин в массовом производстве является процессом сложным и нетехнологичным.

На рис. 6 показана еще одна схема комбинированного расположения пружин, более простая и технологичная в производстве. Гитары с таким расположением пружин получили также высокую оценку по звучанию. Размеры пружин этой схемы даны в табл. 8.

Таблица 7

Номер пружин	Размеры пружин в мм		
	длина	высота	толщина
1	225	10	4
2	250	20	5
3	234	12	4
4	275	12	4
5,6	205	10	4
7	155	12	4
8,9	94	8	3
10	140	2	25

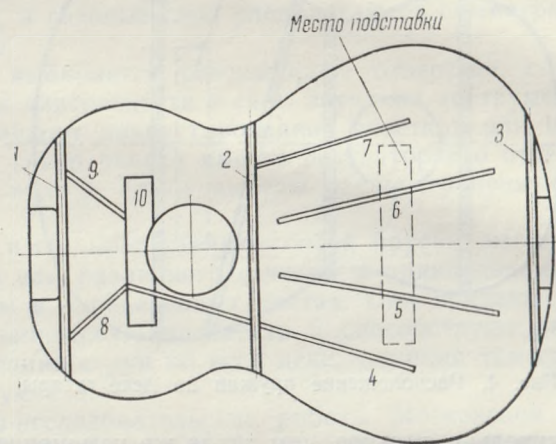


Рис. 5. Комбинированное расположение пружин на деке гитары

Таблица 8

Номер пружин	Размеры пружин в мм		
	длина	высота	толщина
1,2	370	8	6
3	330	3—4	6
4	310	3—4	6
5	240	3—4	6
6	275	3—4	6

Критерием тембра инструмента является спектрограмма его излучения. Инструменты с хорошим звучанием и тембром могут иметь различное количество пружин и разное расположение их на деке. И все же, если соблюдать геометрию пружин, располо-

жение и соответствующие размеры других деталей инструмента, можно рассчитывать на удовлетворительное копирование спектра.

Дно часто называют нижней декой. Это неправильно. Дно служит лишь для ограничения объема корпуса снизу. Изготавливается дека из трехслойной клееной фанеры толщиной 3, реже 4 мм. Дно, как и обечайки, может изготавливаться из массива древесины бука, клена, красного дерева, ореха и других ценных пород. Целесообразнее для гитар лучшего качества изготавливать дно из клееной фанеры, облицованной фанерой тех же ценных пород древесины. Облицовка дна может быть цельной или составной из двух частей, с центральной жилкой или без нее. Ко дну, как и к деке, приклеиваются пружины, геометрия которых освещена выше.

Подставка служит для крепления струн, когда она приклеивается к деке, и для передачи колебаний струн деке. Кроме того, она ограничивает рабочую длину струн, для чего в нее вклеивается пластина из латуни или пластмассы.

В большинстве случаев подставка приклеивается к деке, так как при этом создаются более благоприятные условия для передачи колебаний струн (дека и подставка составляют одно целое).

Формы подставок могут быть разнообразными: от простых до сложных.

Под углом 18—20° в основании подставки просверливаются отверстия для крепления струн. Такой угол обеспечивает необходимое давление струн на пластину подставки.

Имеются также подставки с креплением струн кнопками. В подставке и деке просверливаются отверстия диаметром около 4 мм, куда вставляются струны с шариком на конце и затем закрепляются кнопками. Этот способ крепления струн имеет недостаток, так как при отрыве подставки дека чаще всего приходит в негодность и ее приходится заменять или производить сложный ремонт. Поэтому в настоящее время этот способ крепления струн почти не применяется.

Когда струны крепятся непосредственно к подставке, давление струн, действующее на пластинку подставки, деке не передается. У подставки под действием суммарного натяжения струн имеется стремление оторваться от деки, но не всей плос-

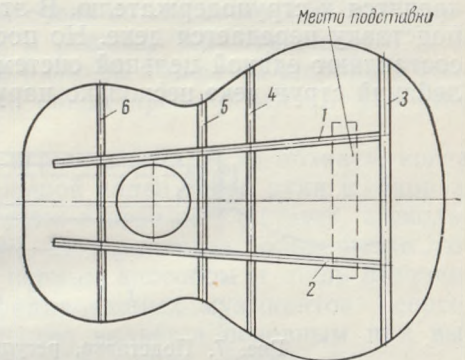


Рис. 6. Расположение пружин на деке гитары

костью, а лишь задней частью, т. е. в месте крепления струн. При некачественной приклейке происходит отрыв подставки. Иногда наблюдаются явления выпучивания деки сзади подставки и проседание ее спереди подставки. Поэтому необходимо более качественно приклеивать заднюю часть подставки с соблюдением технологических режимов. Во избежание выпучивания и проседания деки рекомендуется приклеивать две пружины вдоль волокон под подставкой.

В гитарах с несклеенной передвижной подставкой струны крепятся к струнодержателю. В этом случае давление струн на подставку передается деке. Но поскольку подставка с декой не составляют единой цельной системы, условия для передачи колебаний струн деке несколько нарушаются и ухудшается звуча-

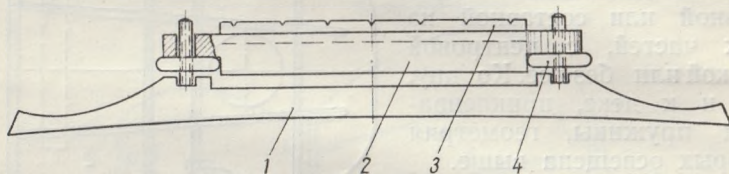


Рис. 7. Подставка, регулируемая по высоте:

1 — основание; 2 — верхняя часть; 3 — пластина под струны; 4 — гайка с винтом

ние инструмента. Чтобы улучшить эти условия, необходимо увеличить давление струн на деку, увеличив высоту подставки до 23—25 мм. При этом дека не прогнется под действием давления, если ей придать большую выпуклость (6—8 мм), что повышает ее сопротивляемость давлению струн. Сечение пружин должно быть также увеличено.

Передвижные подставки могут быть регулируемы по высоте. Для этого они делаются составленными из двух частей: верхней и нижней. Двумя винтами верхняя часть подставки может опускаться или подыматься (рис. 7). Изготавливаются подставки из древесины бука, ореха, клена и других пород.

Кнопка вставляется в отверстие стрелки и служит для предохранения корпуса от повреждений, когда гитару ставят на пол. Изготавливается кнопка из пластмассы.

Обкладка придает корпусу более красивый внешний вид. Обкладкой окантованы дека и дно. Изготавливается обкладка из набора жилок мореной или натурального цвета древесины или из древесины, набранной в «елочку». Первую обкладочную жилку толщиной до 1,5 мм называют кантовой, остальные обкладочными, их толщина 0,5—0,7 мм. Ширина жилки 4—5 мм. Иногда обкладку дополняют украшениями из перламутра, целлулоида, уложенными в мастике на клею. Для такого вида украшений в деке выбирают фалец шириной 8—10 мм и глу-

биной 1—1,5 мм. Такая обкладка значительно ослабляет деку, усложняет производство и увеличивает стоимость инструмента.

Гриф гитары является узлом, от которого зависит удобство игры — одно из важнейших требований музыканта к инструменту. Гриф должен обладать прочностью и надежностью в эксплуатации. Совершенно недопустима деформация грифа, которая возникает от ряда факторов, но главным образом от свойств лесоматериалов, из которых изготовлены детали грифа. Поэтому при их изготовлении очень важно соблюдать размеры, предусмотренные чертежами, и режимы технологического процесса. Правильно выбранные размеры грифа по ширине и толщине, его сечение и профиль овала предопределяют удобство исполнения.

Существуют два способа игры на гитаре: «в обхват», когда в игре принимает участие большой палец левой руки, и «баррэ», когда большой палец левой руки в игре не участвует, а скользит по тыльной стороне грифа. Подавляющее большинство любителей-музыкантов играют первым способом и лишь незначительная часть более квалифицированных музыкантов — способом «баррэ». Это обстоятельство является основным при выборе размеров грифа по ширине, толщине и профилю.

Так, ширина грифа у порожка для нормальной и концертной гитар колеблется в пределах 48—50 мм, а у 12-го лада — 56—58 мм, толщиной соответственно 22 и 24—25 мм. Профиль овала выбирается таким, чтобы удобно было обхватить гриф ладонью. При игре способом «баррэ» ширина грифа несколько увеличивается, составляя 51—52 мм, а профиль овала делается более плоским. Гриф соединяется с корпусом у 12-го лада, у некоторых у 14-го лада. Это увеличивает длину игровой части грифа, но натяжение струн может вызвать деформацию грифа, а перемещение подставки ближе к вогнутой части корпуса ухудшает звучание инструмента. Гриф гитары состоит из ручки, наклейки, пятки, головки, порожка, ладовых пластин и точек.

Ручка служит основанием грифа, к которому приклеиваются остальные детали грифа, и является наиболее ответственной деталью, так как гриф воспринимает натяжение струн, под влиянием которых он может деформироваться. Ручка изготавливается из древесины бука, клена, граба. Для уменьшения коробления ручку часто делают переклейной. Если посередине ручки вклеить прокладку из материала с большим модулем упругости, то прочность ручки возрастет. Ручка с продольной металлической пластиной посередине является более прочной.

Наклейка наклеивается на ручку и служит для укрепления ладовых пластин и для надежной и прочной приклейки головки. Толщина наклейки 4—5 мм, изготавливается из тех же материалов, что и ручка.

Для гитар высокого качества наклейка изготавливается из более твердых пород древесины, чаще из черного дерева. Гриф изготавливают и без наклейки. В этом случае ручка делается толще на величину наклейки, ладовые пластины запрессовывают непосредственно в ручку, а головка вклеивается в ручку подобно головкам балалаек и домр. В производстве таких гитар встречаются некоторые трудности: заготовка ручки должна быть 26—27 мм вместо 22—23 мм, прочность клеевого соединения вклеенной головки ниже прочности клеевого соединения головки с наклейкой. Поэтому изготовление грифов без наклеек не получило распространения.

Пятка — нижняя утолщенная часть грифа, склеивающаяся из двух частей: нижней — прямоугольной, верхней — трапециевидного сечений. В пятке просверливается отверстие для винта, соединяющего гриф с корпусом. Отверстие имеет два диаметра: 12 мм для ключа регулировки высоты грифа и 6,5 мм для стержня винта. Изготавливается пятка из тех же материалов, что и ручка.

Головка служит для крепления колковой механики и изготавливается из березы, бука, клена. Головка приклеивается к ручке под углом 16°. Этот угол обеспечивает оптимальное давление струн на порожек, чтобы звук при щипке струн был достаточно ясным и чистым.

Головки изготавливаются двух типов: с пазом и без пазов. В первом случае планка колковой механики прикрепляется сбоку головки — барашками вниз; во втором — планка прикрепляется снизу головки — барашками в стороны. Для натяжения струн и настройки инструмента удобнее пользоваться головками первого типа, т. е. с пазом.

Порожек приклеивается к головке и служит для поднятия струн над ладовыми пластинами, размещения струн по ширине грифа, а также для ограничения рабочей длины струн. На порожке под струны сделаны прорезы. Порожки изготавливаются из бука, клена, граба, а также из кости или пластмассы.

Точки на грифе служат для ориентировки и нахождения нужных ладов во время игры. Вклеивают точки на наклейке сверху перед 5, 7, 10 и 12-ладовыми пластинами; иногда точки вклеиваются в ручку сбоку. При увеличении количества ладовых пластин вклеиваются дополнительные точки (рис. 8, 9, 10).

Колковая механика служит для натяжения струн и настройки инструментов. Конструкция колковой механики основана на работе червячной пары — самотормозящей, т. е. с передачей движения только в одном направлении — от червяка к шестеренке. Механика состоит из планки, червяка, шестеренки, колонки, стойки и барашка (рис. 11).

Планка является основанием механики, к которой крепятся стойки. Она изготавливается из стальной ленты холодного проката. Для увеличения жесткости планка может быть изго-

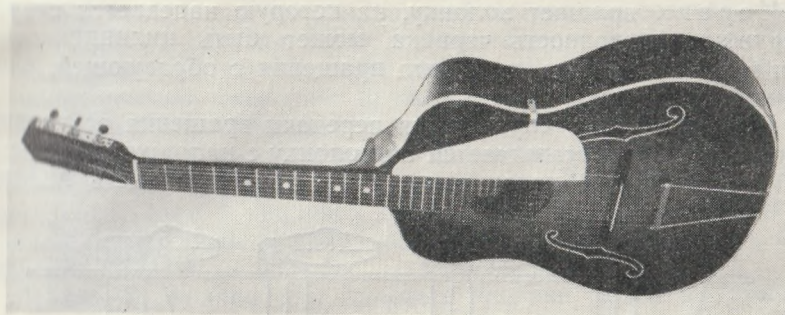


Рис. 9. Гитара — терц

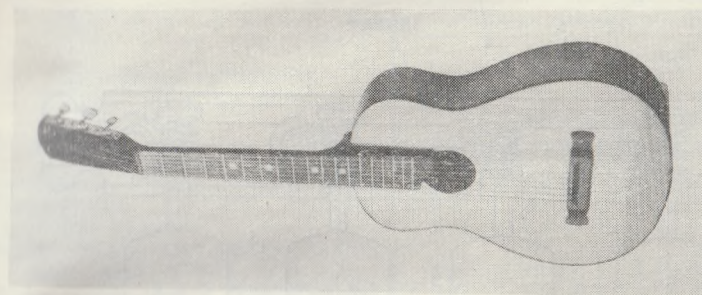


Рис. 10. Гитара эстрадная

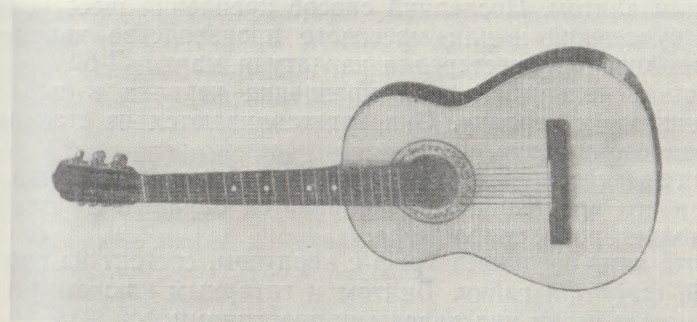


Рис. 8. Гитара концертная

товлена с отбортовкой по контуру, а для улучшения внешнего вида производится накатка рисунка.

Червяк вращает колонку, на которую надевается струна. Наружная поверхность червяка может быть цилиндрической или в виде глобоида, т. е. тела вращения с образующей, очерченной по дуге окружности.

Шестеренка служит для передачи вращения от червяка к колонке. Она насаживается на колонку с напряженной посадкой и расклепкой колонки или на квадратную часть колонки

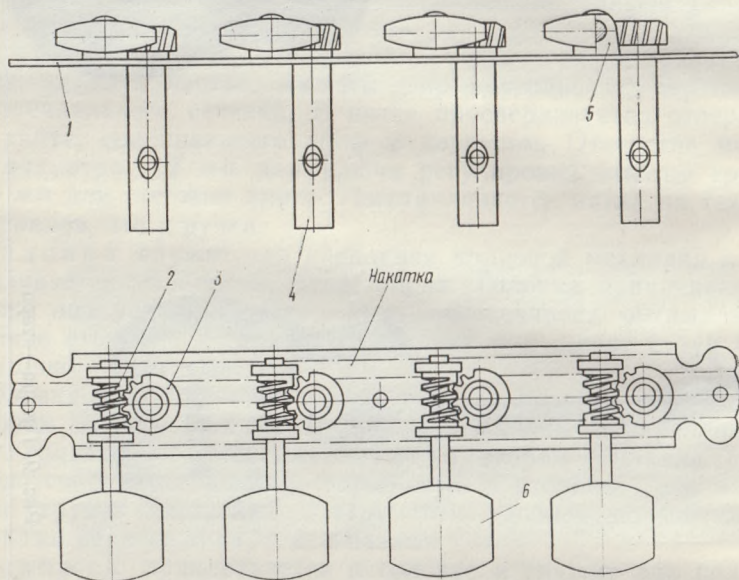


Рис. 11. Колковая механика:

1 — планка; 2 — червяк; 3 — шестеренка; 4 — колонка; 5 — стойка; 6 — барашек

с креплением винтом. Последний способ крепления шестеренки наиболее трудоемкий и для массового производства непригоден. Изготавливается шестеренка из латуни марки Л-62.

Стойки используются для крепления червяка к планке и подшипниками к червяку. Они изготавливаются из стальной ленты холодного проката.

Барашек насаживается на свободный конец червяка и служит для его вращения; изготавливается барашек из пластмассы — полистирола, сополимера.

Гитарный винт соединяет гриф с корпусом, состоит из винта с головкой, шайбы и гайки. Винтом и гитарным ключом регулируется высота струн над ладовыми пластинами.

Ладовые пластины представляют собой отрезки ладовой проволоки по длине, равные ширине грифа. Ладовой проволо-

кой называются рифленые на половину диаметра прутки из латунной, медной или нейзильберовой проволоки соответствующего профиля и сечения. Из половины сечения проволоки образуется ножка соответствующей высоты и толщины, а вторая половина сечения сохраняет прежнюю форму. Толщина ножки после рифления увеличивается на 0,3—0,4 мм.

Прижимом струны к ладовым пластинам изменяется длина рабочей части струны и высота звуков. Ладовые пластины запрессовываются в наклейку грифа, в которой для этой цели пропиливаются пазы. Ширина пазов равна толщине ножки без рифления.

Медная проволока для ладовых пластин почти не применяется, так как такие пластины быстро изнашиваются, ухудшают игровые качества и внешний вид инструмента.

В табл. 9 даны основные размеры ладовых пластин для щипковых музыкальных инструментов.

Таблица 9

Наименование инструмента	Размеры ладовых пластин в мм			
	диаметр проволоки	размеры ножки (без рифления)		толщина ножки (с рифлением)
		высота	толщина	
Мандолины, домра-пикколо	1,7	1,5±0,2	0,6±0,1	0,9—1,0
Домра-прима	2,0	2,2±0,2	0,7±0,1	1,0—1,1
Балалайка-прима	2,0	1,6±0,2	0,6±0,1	0,9—1,0
Гитара домра-альт, балалайка-секунда, -альт	2,5	3,0±0,2	0,7±0,1	1,0—1,1
Домра-тенор, -бас и балалайка-бас	3,0	3,0±0,2	1,2±0,1	1,5—1,6
Балалайка-контрабас	5,0	2,7±0,2	1,6±0,1	—

Размеры гитар могут быть различными. В настоящее время выпускаются гитары: обычные, большие (концертные), терцовые, кварт- и квинт-гитара. По конструкции они не отличаются друг от друга и имеют детали одинакового наименования. Отличие их лишь в размерах или строе. Гитары одной модели могут выпускаться разных артикулов, различающихся между собой материалами или отделкой. Разнообразие размеров гитар и артикулов вызывается необходимостью наиболее полно удовлетворить запросы потребителей разных возрастов и квалификаций.

Фабрика имени Луначарского выпускает следующие артикулы гитар:

Арт. 243, 245, 247, 249 — с длиной рабочей части струны	650 мм
Арт. 231, 238, 240 — с длиной рабочей части струны	610 »
» 250	585 »
» 259	540 »

В табл. 10 даны основные размеры некоторых артикулов гитар.

Таблица 10

Наименование показателей	Основные размеры гитар в мм			
	концертная арт. 245	обычная арт. 231	гитара-терц арт. 250	гитара-кварт арт. 259
Длина рабочей части струны	650	610	585	540
Длина инструмента	1010	938	900	825
Длина корпуса	485	458	420	395
Ширина корпуса в нижнем овале	366	343	320	306
Ширина корпуса в верхнем овале	278	276	235	230
Ширина корпуса в талии	238	224	210	195
Высота корпуса максимальная	101	85	85	73
Высота корпуса у нижнего клеца	95	80	78	62
Высота корпуса у верхнего клеца	86	70	65	59
Ширина грифа у порожка	48	48	45	43
Ширина грифа у 9-го лада	56	56	52	49
Толщина грифа у 1-го лада	22,5	21	20	19
Толщина грифа у 9-го лада	26	23	22	21

Гавайская гитара является разновидностью обычной гитары и предназначена благодаря вибрирующему звуку для игры в эстрадных оркестрах. Она отличается от обычной гитары тем, что ладовые пластины вклеены заподлицо с наклейкой грифа или нанесены краской, струны подняты на расстоянии 5—6 мм от грифа, а также способом игры — гитара кладется плашмя на колени исполнителя.

Принадлежностью гитары являются: металлическая пластина, медиатор (плектр) или специальные наконечники, надеваемые на три пальца правой руки. Вибрирующее прикосновение пластины после щипка струн и образует вибрирующий звук.

Обычная гитара может быть также приспособлена для получения такого вибрирующего звука. Для этого необходимо заменить порожек гитары на более высокий, чтобы поднять струны над ладовыми пластинами.

Струны должны быть шлифованными, чтобы они не издавали пищущего звука при проведении пластинкой по струнам. Металлическая пластинка должна примерно иметь следующие размеры: длина 80—100 мм, ширина 25—30 мм и толщина 4—6 мм. Кромки пластины, соприкасающиеся со струнами, должны быть заовалены.

Электрогитара — гитара, снабженная специальным звукоснимателем, с помощью которого можно усилить ее звучание, пользуясь радиоприемником, телевизором или усилителем с динамиком.

Существуют два варианта электрогитар: акустический и неакустический. К акустическому варианту относятся такие электрогитары, у которых колебания струн воспринимаются декой. Такая электрогитара, по желанию исполнителя, может быть использована как обычная (рис. 12).

Неакустический вариант представляет собой электрогитару, у которой корпус является нерезонирующим, т. е. сделан из сплошного массива древесины. Такие электрогитары называют еще электрогавайскими (рис. 13).

В качестве звукоснимателей применяют: пьезокристалл, дающий вполне достаточное напряжение для усилителя радиоприемника, но сильно искажающий тембр звучания, в силу чего распространения не получил; электромагнитный звукосниматель — его действие основано на изменении напряженности магнитного потока, проходящего через струны, который возникает от их колебания.

Электромагнитный звукосниматель имеет достоинства, в силу которых получил широкое распространение: минимальное искажение тембра, так как звукосниматель непосредственно снимает колебания струн; отсутствие микрофонного эффекта и посторонних шумов; механическую надежность.

Принцип работы электромагнитного звукоснимателя заключается в следующем: магнитный поток от постоянных магнитов 1 (рис. 14), проходя по сердечнику 3, на который надеты катушки 4, замыкается через струну 2. Так как струна изготовлена из стали, то она является хорошим проводником магнитного потока. При колебании струны появляется напряжение в катушках, которое при помощи окрашенного провода 5 подается на адаптерный вход радиоприемника, телевизора или усилителя с динамиком.

Напряженность магнитного потока определяется величиной магнита и степенью его магнитности, которая зависит от материала, из которого изготовлен магнит. Величина магнита огра-



Рис. 12. Гитара с электромагнитным звукоснимателем

ничивается габаритными размерами звукоснимателя, а материал для магнита выбирается такой, какой вырабатывается промышленностью типа ольни или ольнико.

Конструкции звукоснимателей могут быть самыми различными. Имеются звукосниматели с постоянной мощностью, т. е. нерегулируемые. Имеются звукосниматели, у которых звучание каждой струны регулируется путем приближения сердечника к струнам или удаления с целью получения большей или меньшей силы звучания. Имеются и такие звукосниматели, у которых для этой цели приближается к струнам или удаляется вся конструкция звукоснимателя.

На рис. 15 дается конструкция нерегулируемого звукоснимателя. На железный сердечник 1, имеющий вид гребенки с четырьмя зубцами, надеты катушки 2, соединенные последовательно. На концы сердечника наложены магниты 3, которые намагничены вдоль своей толщины (NS). На магниты наложена накладка 4, в которую ввинчиваются винты 6, проходящие через основание 5 и скрепляющие сердечник, основание, магниты и накладку в одно целое.

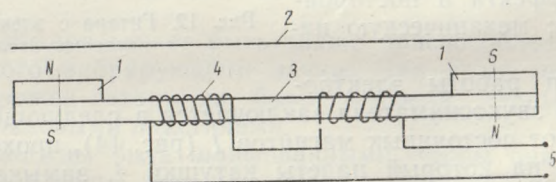


Рис. 14. Принцип работы звукоснимателя:
1 — магнит; 2 — струна; 3 — сердечник; 4 — катушки;
5 — экранированный провод

Основание имеет лапки, к которым прикрепляются винтами два стержня 7, служащие средством соединения с подставкой, у которой для этой цели просверлены два отверстия. При помощи дополнительной пластины и двух винтов звукосниматель

можно крепить к деке в нижней части резонаторного отверстия. На звукосниматель надевается коробка из пластмассы, скрепляемая двумя винтами с лапками основания. Выход звукоснимателя подключен к двум штепсельным гнездам.

Включение гитары осуществляется с помощью экранированного провода, имеющего на концах штепсельные вилки. Одна вилка включается в штепсельные гнезда звукоснимателя, другая — в гнезда радиоприемника, телевизора или усилителя.

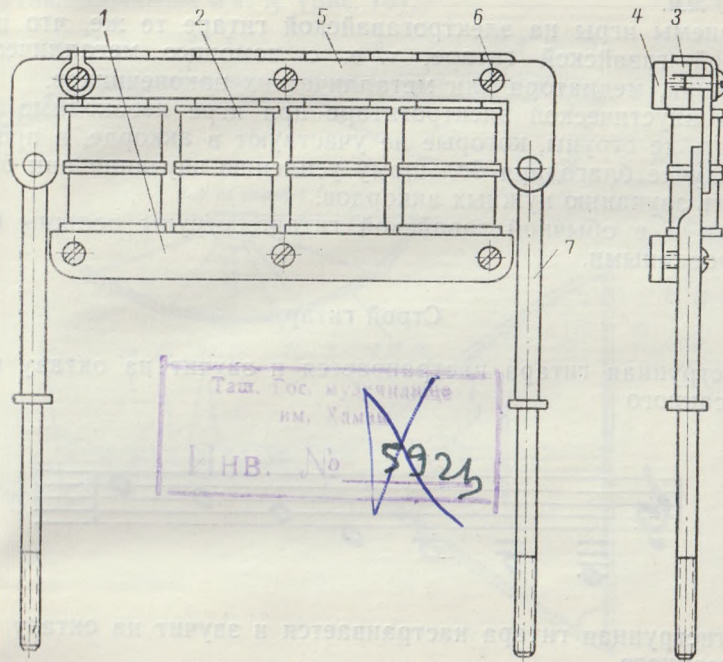
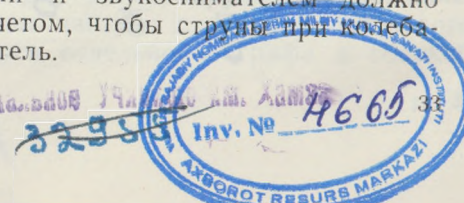


Рис. 15. Электромагнитный звукосниматель:

1 — сердечник; 2 — катушка; 3 — магнит; 4 — накладка; 5 — основание; 6 — винт М2 × 10; 7 — стержень крепежный

Для удобства регулировки громкости звука и тембра на верхней деке помещаются два потенциометра (переменное сопротивление). При желании можно пользоваться регуляторами громкости и тембра, имеющимися в радиоприемнике, телевизоре. Звукосниматель предусматривает использование готовых катушек от телефона типа ТОН-1. Данные катушки: провод ПЭЛ диаметром 0,05 мм, количество витков 4000, омическое сопротивление 1100 ом.

Расстояние между струнами и звукоснимателем должно быть установлено с таким расчетом, чтобы струны при колебании не ударялись о звукосниматель.



Звукосниматели с регулируемыми сердечниками вследствие увеличенной высоты применяются главным образом в неакустических, электрогавайских гитарах, в корпусе которых выбирается гнездо, куда помещается звукосниматель.

Форма корпуса неакустической гитары может быть сделана по образцу обычной гитары или любой произвольной формы, но при условии соблюдения нормальной для данного инструмента мензуры. Толщина корпуса колеблется в пределах 40—50 мм.

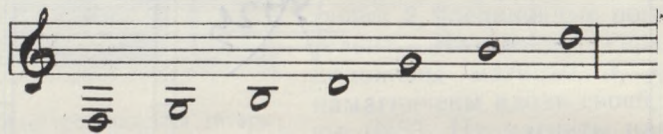
Приемы игры на электрогавайской гитаре те же, что и на обычной гавайской гитаре, т. е. с помощью металлической пластинки, медиатора или металлических наконечников.

На акустической электрогитаре при игре необходимо приглушать те струны, которые не участвуют в аккорде, в противном случае благодаря большому усилению звучания они будут мешать звучанию нужных аккордов.

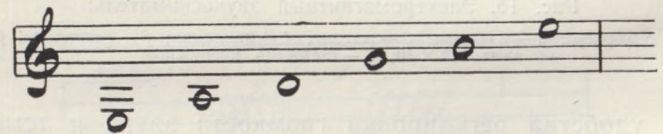
Как и в обычной гавайской гитаре, струны должны быть шлифованными.

Строй гитар

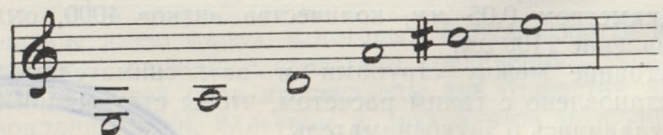
Семиструнная гитара настраивается и звучит на октаву ниже написанного



Шестиструнная гитара настраивается и звучит на октаву ниже написанного



Гавайская гитара настраивается и звучит на октаву ниже написанного



БАЛАЛАЙКА

Балалайка — русский народный музыкальный инструмент, предназначенный для сольной игры и для игры в струнных оркестрах.

Балалайка имеет корпус треугольной формы со слегка выпуклым ребристым дном, составленным из отдельных клепок, и гриф с ладовыми пластинами. Число клепок дна составляет от пяти до девяти, поэтому балалайки и называются пяти-, шестиклепочными и т. д. (рис. 16).

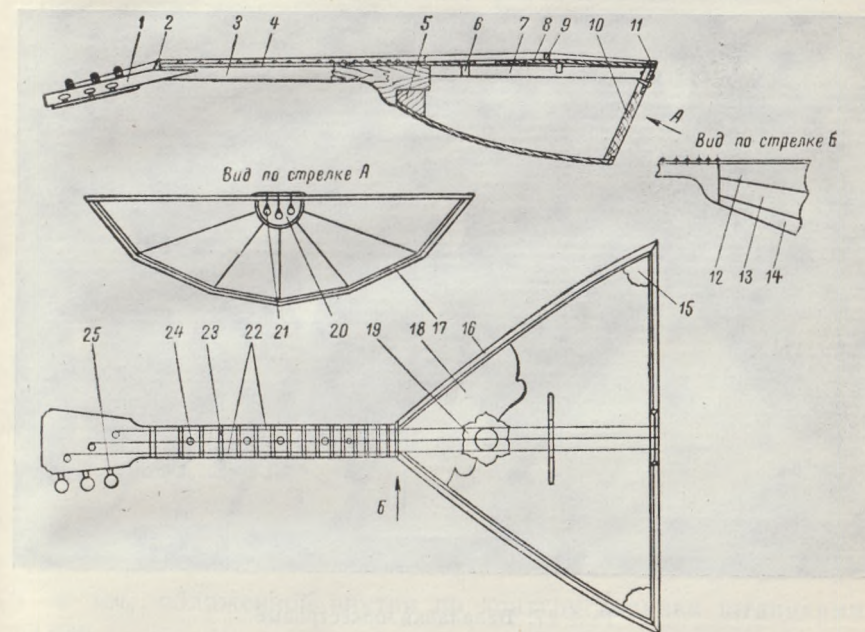


Рис. 16. Балалайка шестиклепочная:

- 1 — головка; 2 — порожек верхний; 3 — ручка; 4 — наклейка; 5 — клеи; 6 — пружины; 7 — контрбечайки; 8 — дека; 9 — подставка; 10 — задинка; 11 — порожек нижний; 12, 13, 14 — клепки №№ 1, 2 и 3; 15 — уголки; 16 — обкладка по деке; 17 — обкладка по задинке; 18 — панцирь; 19 — розетка; 20 — кружок; 21 — кнопки; 22 — струны; 23 — ладовые пластины; 24 — точки; 25 — колковая механика

Балалайки-секунда, -альт, -бас и -контрабас носят название оркестровых инструментов (рис. 17), так как они предназначены лишь для игры в струнных оркестрах. Контрабас чаще всего изготавливается девятиклепочным.

Гриф балалайки состоит из ручки, наклейки, головки, порожка, ладовых пластин и точек.

Корпус балалайки состоит из клепок, задинки, клеца, деки, пружин, контрбечаяек, обкладки, пятки, кружка и порожка. Соединяется гриф с корпусом наглухо с помощью шипового соединения при вязке корпуса отдельно от грифа и сборкой

корпуса «в ручку», т. е. когда клепки при сборке соединяются непосредственно с ручкой. Для создания необходимого давления струн на деку и получения соответствующей высоты подставки ручка с корпусом соединяется под углом 2—3°.

Для увеличения прочности шипового соединения в шип ручки, в предварительно сделанный пропил, забивается на клею клин.

Как и в гитаре, одноименные детали балалайки изготавливаются из тех же материалов и служат тем же целям. Контр-

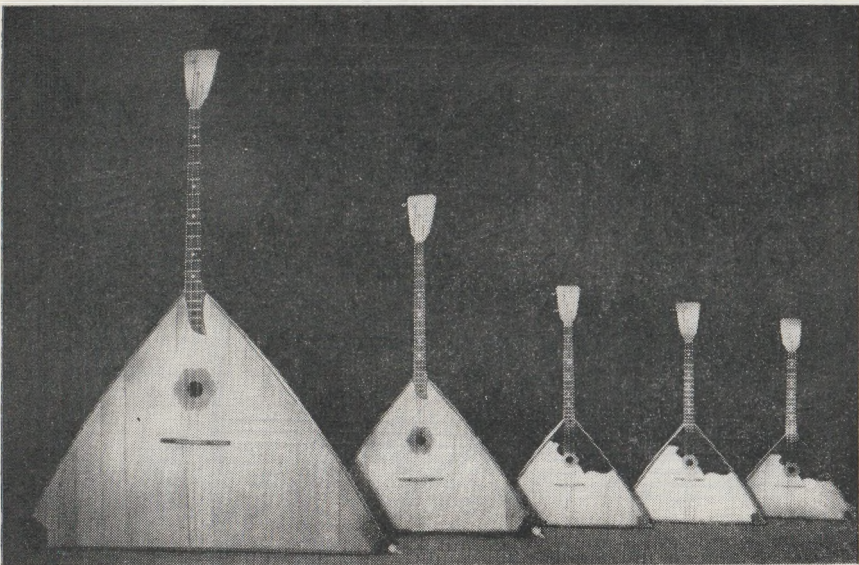


Рис. 17. Балалайки оркестровые

обечайки же изготавливаются из древесины ели, а обкладка, которой окантована не только дека, но и задинка, — из древесины бука, клена и др.

Головки балалаек, имеющие на одном конце конус, вклеиваются в гнездо ручки. Для увеличения прочности клец балалаек можно фанеровать с одной стороны трехслойной клееной фанерой или сделать его переклейным.

Самостоятельными деталями, встречающимися только в балалайке, являются: клепки, задинка, пятка, кружок, дека.

Клепки образуют дно корпуса. Один конец клепки в зависимости от способа сборки корпуса вклеивается в специальные прорезы ручки или приклеивается к клецу, а второй — приклеивается к краям задинки. Центральная клепка — в пяти-, семи- или девятиклепочной балалайках называется *клинком*.

Изготавливаются клепки из древесины березы, бука, клена и других пород древесины.

Задинка вместе с клепками образует корпус балалайки. Изготавливается задинка из древесины ели толщиной 8—9 мм, облицованной фанерой бука, клена или березовым шпоном. В более дорогих изделиях задинка фанеруется секторами-клинками из тех же пород древесины, что и клепки. Иногда в задинку вклеиваются в предварительно пропиленные пазы жилки из мореной фанеры в виде расходящихся лучей (сияния).

Задинки балалаек-бас и -контрабас для облегчения веса изделия могут изготавливаться из клееной фанеры толщиной

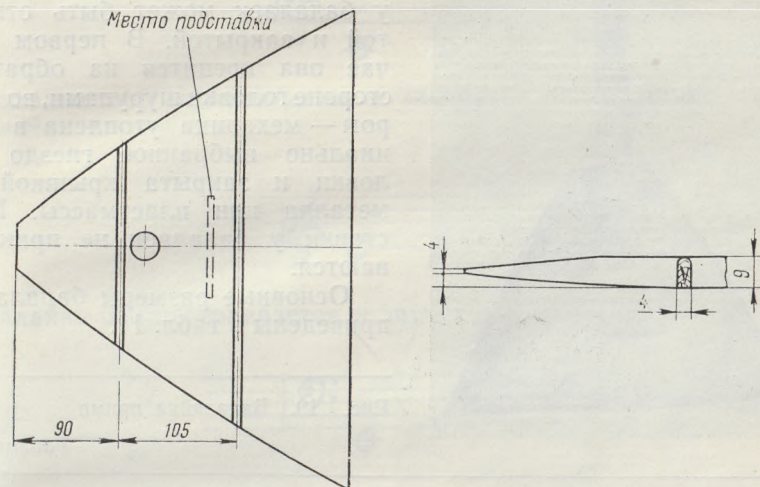


Рис. 18. Схема расположения пружин на деке балалайки-прима

3—4 мм, обложенной внутри по контуру задинки штапиками из ели.

Пятка служит для закрытия места соединения клинка с ручкой и изготавливается из древесины березы, бука. Изящно отделанная пятка одновременно является и украшением.

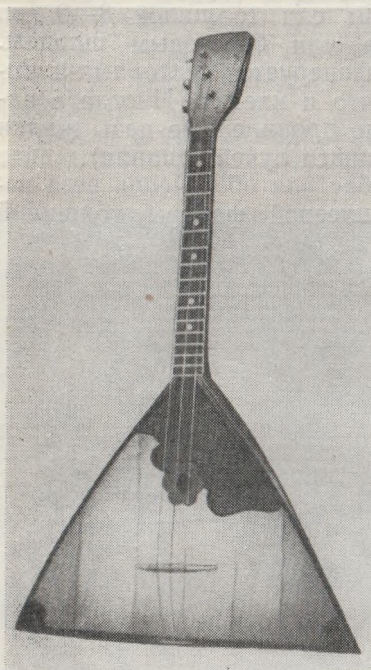
Кружок в задинке служит для упрочения задинки в месте установки кнопок, которые используются для крепления струн. Изготавливается из древесины бука, березы.

Струнодержатель крепит струны в инструментах, где нет кнопок. Изготавливается из стальной ленты холодного проката.

Дека балалаек имеет резонаторное отверстие, украшенное врезной розеткой и панцирем, предохраняющим деку от механических повреждений при игре. На рис. 18 дана схема расположения пружин на деке балалайки-прима.

Панцирь балалайки-прима (рис. 19) может быть изготовлен и не врезным, а навесным из клееной фанеры, массива

клена, груши или древесно-волокнутого материала. Панцирь навесной должен быть на одном уровне с наклейкой.



Балалайки-бас и -контрабас, кроме вышеперечисленных деталей, имеют выдвижную подставку (штырь), служащую опорой инструмента во время игры. Стержень штыря у балалайки-бас длиннее, чем у балалайки-контрабас.

Колковая механика у балалаек может быть открытой и закрытой. В первом случае она крепится на обратной стороне головки шурупами, во втором — механика утоплена в специально выбранное гнездо головки и закрыта крышкой из металла или пластмассы. Подставки у балалаек не приклеиваются.

Основные размеры балалаек приведены в табл. 11.

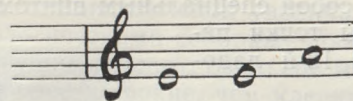
Рис. 19. Балалайка прима

Таблица 11

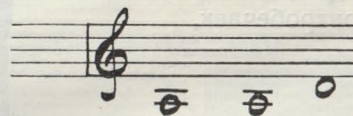
Наименование показателей	Размеры балалаек в мм				
	прима	секунда	альт	бас	контрабас
Длина рабочей части струны	435—450	475—490	490—535	750—780	1100—1180
Длина инструмента	675—685	745—765	800—820	1120—1160	1600—1700
Длина корпуса	275—290	310—325	325—355	500—535	790—820
Ширина корпуса (по основанию)	420—435	485—500	510—525	700—735	1060—1250
Высота корпуса (по задинке)	110—120	130—145	145—155	200—220	335—360
Ширина грифа у порожка	28—30	30—31	30—31	33—36	36—40
Ширина грифа у 12-го лада	34—36	36—38	36—38	40—43	48—50
Толщина грифа:					
у 1-го лада	16—17	19—20	19—20	28—31	36—40
у 12-го лада	19—20	23—24	23—24	34—36	50—52
Количество ладов	19—24	15	15	18	16—17
У какого лада соединяется гриф с корпусом	16	15	15	15	13
Толщина деки	2,0	2,5	2,5	3,0	4,5

Строй балалаек

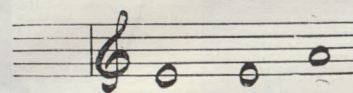
Балалайка-прима настраивается и звучит как написано



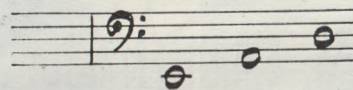
Балалайка-секунда настраивается и звучит как написано



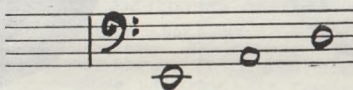
Балалайка-альт настраивается и звучит на октаву ниже написанного



Балалайка-бас настраивается и звучит как написано



Балалайка-контрабас настраивается и звучит на октаву ниже написанного



МАНДОЛИНА

Мандолины в процессе своего развития принимали разные формы.

Корпус овальной мандолины имеет грушевидную форму (рис. 20, а), полуовальной — эллипсоидную, плоской — форму, близкую к окружности (рис. 20, б).

Благодаря различной форме корпуса звучание мандолин приобретает различную тембровую окраску. Наиболее приятное и мягкое звучание имеют овальные мандолины и более открытый звук у полуовальных и плоских мандолин.

Все мандолины имеют 8 струн (4 парных струны).

Гриф и корпус составляют одно целое. Кроме того, плоская мандолина может иметь также разъемные гриф и корпус, соединяемые между собой специальным винтом. На грифе по осевой линии клеены точки перед 3, 5, 7, 10 и 12-й ладовыми пластинами.

Корпус овальной мандолины (рис. 21) состоит из клепок числом от 15 до 30, бочков, клеца, контробечаек,

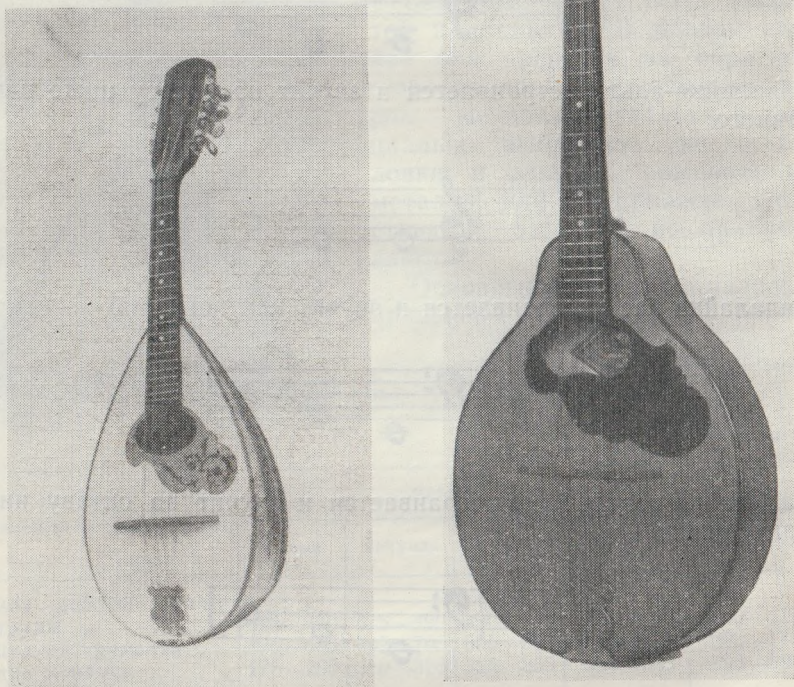


Рис. 20. Мандолины: а — овальная; б — плоская

деки, пружин, бортика, щитка, обкладки и струнодержателя. Корпус может изготавливаться и без щитка с бортиком, тогда у клеца вклеивается стрелка. Назначение деталей и материалы, из которых изготавливаются эти детали, тождественны с одноименными деталями гитары и балалайки.

У корпуса различают клепки центровые и косые, отличающиеся между собой формой и размерами. Толщина клепок 1,5—1,75 мм. Корпус овальной мандолины может иметь форму

тела вращения, ось которого проходит по середине корпуса на линии нижней кромки бочков. В этом случае все клепки имеют одинаковую форму и размеры, что позволяет механизировать сборку корпуса, а толщина клепок увеличивается до 3 мм, что вызывается технологическими соображениями.

Детальными, присущими только овальной мандолине, являются: бочки (крайние) более широкие, чем клепки; щиток, закрывающий сходящиеся у клеца клепки. Вместе с бортиком щиток служит также и украшением мандолины, поэтому он изготов-

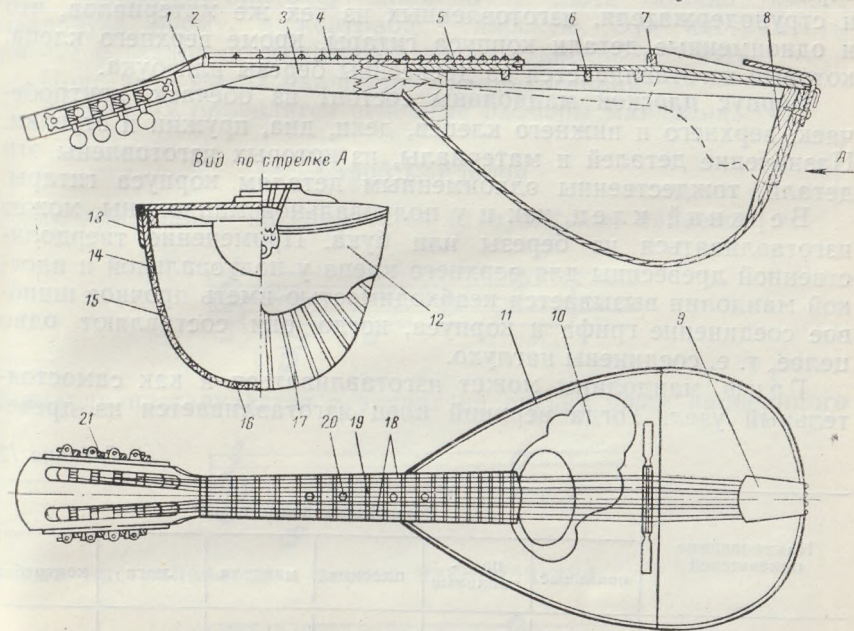


Рис. 21. Мандолина овальная:

1 — головка; 2 — порожек; 3 — ручка; 4 — наклейка; 5 — дека; 6 — пружины; 7 — подставка; 8 — клец; 9 — струнодержатель; 10 — панцирь; 11 — обкладка; 12 — щиток; 13 — борт; 14 — бочок; 15 — клепки косые; 16 — клепки центровые; 17 — жилки между клепками; 18 — струны; 19 — ладовые пластины; 20 — точки; 21 — колковая механика

ливается фигурным из тех же материалов, что и клепки, или из мореного березового шпона.

Дека овальной мандолины в отличие от дек других щипковых инструментов изготавливается с изломом, угол которого составляет 7—10° на расстоянии 3—4 мм от подставки. Излом дека необходим для увеличения давления струн на деку.

Дека имеет резонаторное отверстие, украшенное врезным панцирем, предохраняющим деку от механических повреждений. Резонаторное отверстие может иметь переемычку, служащую опорой для «хвостика» наклейки.

Гриф имеет те же наименования деталей, что и гриф гитары, с той разницей, что вместо пятки к ручке приклеиваются

бруски, обрабатываемые затем по форме клеца, к которым приклеиваются клепки.

Головка вклеивается в ручку, как у балалаек и у домр. Головки могут быть типа гитарных (с пазами) или без них (плоскими).

Корпус полуовальной мандолины состоит из слегка выпуклого дна, составленного из отдельных клепок числом от 5 до 7, или изготовленного из клееной фанеры, обечаек, контрбечаек, верхнего и нижнего клецев, стрелки, деки, пружин, обкладки и струнодержателя, изготовленных из тех же материалов, что и одноименные детали корпуса гитары, кроме верхнего клеца, который изготавливается из древесины березы или бука.

Корпус плоской мандолины состоит из обечаек, контрбечаек, верхнего и нижнего клецев, деки, дна, пружин и стрелки. Назначение деталей и материалы, из которых изготовлены эти детали, тождественны одноименным деталям корпуса гитары.

Верхний клец, как и у полуовальной мандолины, может изготавливаться из березы или бука. Применение твердой древесины для верхнего клеца у полуовальной и плоской мандолин вызывается необходимостью иметь прочное шиповое соединение грифа и корпуса, когда они составляют одно целое, т. е. соединены наглухо.

Гриф мандолины может изготавливаться и как самостоятельный узел. Тогда верхний клец изготавливается из древе-

Таблица 12

Наименование показателей	Размеры мандолин в мм*					
	овальные	полу-овальные	плоские	мандола	люта	контрабас
Длина рабочей части струны	335—350	335—350	335—350	425—435	555—575	990—1000
Длина инструмента	620—630	620—630	620—630	740—760	950—970	1500
Длина корпуса	315—320	315—320	315—320	350—360	460—480	905—920
Ширина корпуса	200—210	245—250	270	240—250	300—310	750—770
Высота корпуса	140—145	90—95	70	180—185	210—215	120—130
Ширина грифа у порожка	27—28	27—28	27—28	30—31	41—42	35—37
Ширина грифа у 10-го лада	37	34*	34*	42—44	54—56	55—57
Толщина грифа у 1-го лада	20—21	20—21	20—21	25—26	27—28	35—36
Толщина грифа у 9-го лада	27—30	22—23*	22—23*	35—36	37—38	40—42
Толщина деки	2,5	2,5	2,5	2,75	3,5	4,0

* Размеры даны у 6-го лада.

сины ели, а соединение грифа с корпусом производится, как уже было сказано, специальным винтом.

Головка плоской мандолины, так же как и других мандолин, может быть гитарного типа — с пазами или без них — плоскими.

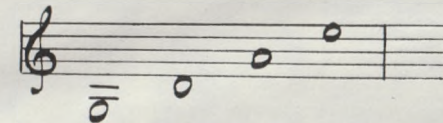
Кроме мандолин-прима, конструкция которых описана выше, имеются: мандолина-пикколо, -мандола, -люта и -контрабас, отличающиеся между собой в основном размерами и строем, причем мандолина-пикколо, -мандола и -люта обычно имеют овальную форму, а контрабас — плоскую. Эти инструменты вместе с гитарами составляют *неаполитанский оркестр*.

Подставка у всех мандолин — неприклеенная.

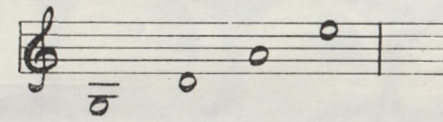
В табл. 12 приводятся основные размеры мандолин.

Строй мандолин

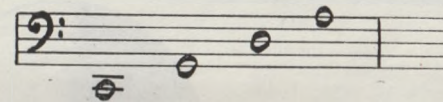
Мандолина-прима настраивается и звучит как написано



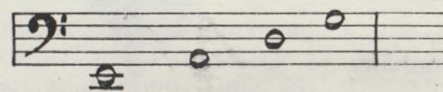
Мандола настраивается и звучит на октаву ниже написанного



Люта настраивается и звучит как написано



Контрабас настраивается и звучит на октаву ниже написанного



ДОМРА

Домра — русский народный музыкальный щипковый инструмент, предназначенный для сольной игры и для игры в струнных оркестрах.

Домра трехструнная имеет полукруглый корпус (рис. 22) с ребристым дном, составленным из отдельных клепок, и гриф с ладовыми пластинами.

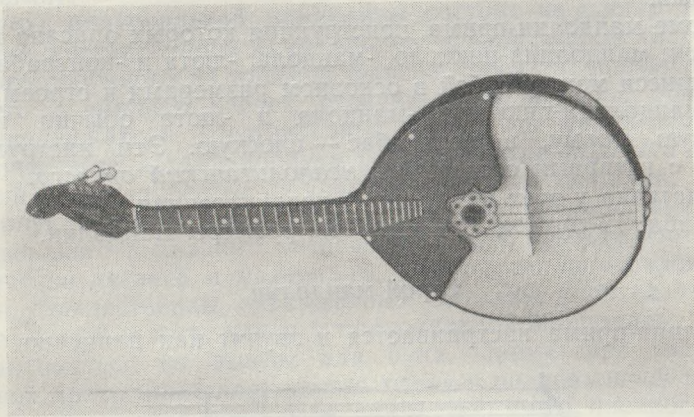


Рис. 23. Домра четырехструнная

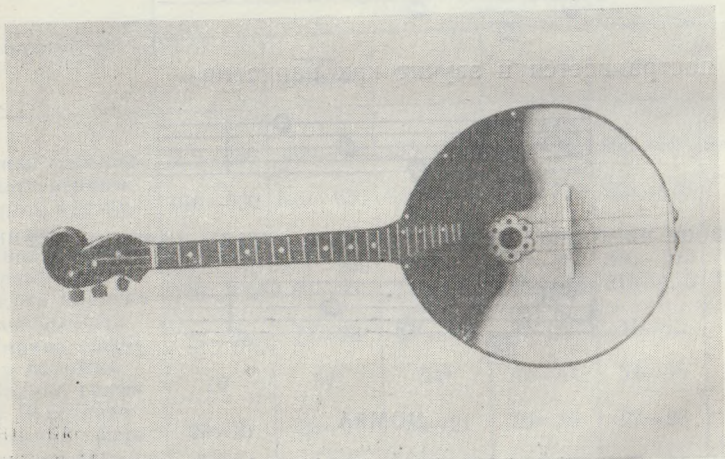


Рис. 22. Домра трехструнная

Домра четырехструнная отличается несколько большей глубиной корпуса, формой головки (рис. 23) и, главное, строем.

Строй трехструнных домр кварттовый, т. е. интервал между первой и остальными свободно настроенными струнами равен кварте; строй четырехструнных домр — квинтовый.

Домры-пикколо, -прима, -альт, -тенор, -бас и -контрабас (последний только у четырехструнной домры) вместе с оркестровыми балалайками образуют *балалаечно-домровый оркестр*. Домры четырехструнные образуют *домровый оркестр* (рис. 24).

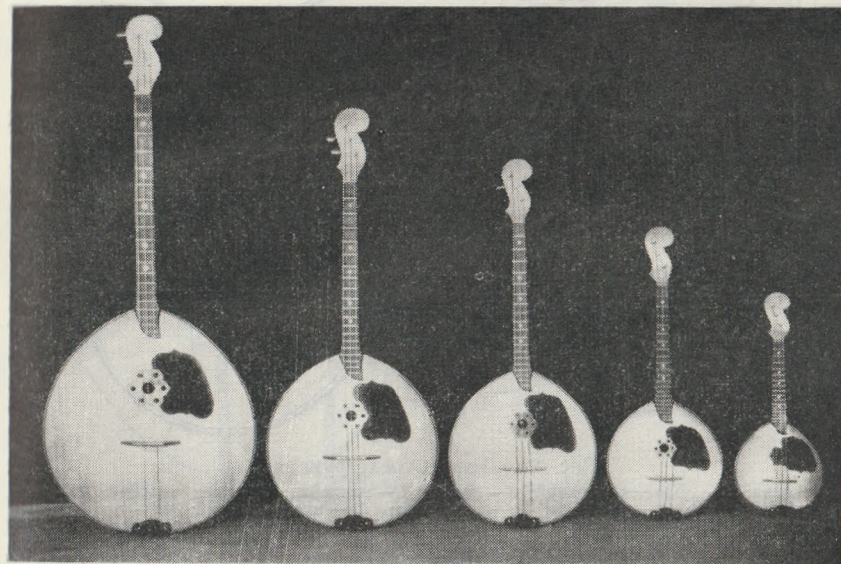


Рис. 24. Домры оркестровые

Гриф и корпус соединены между собой наглухо, с помощью шипового соединения, как у балалаек или полуовальных и плоских мандолин.

Состав деталей домры, их назначение и материалы, из которых они изготовлены, не отличаются от аналогичных деталей гитары, балалайки, мандолины (рис. 25).

Трехструнные домры-пикколо и -прима, а также четырехструнные — пикколо, -прима, -альт и -тенор могут быть оборудованы навесным панцирем. Клецы, как и у балалаек, для увеличения прочности могут быть фанерованы с одной стороны трехслойной клееной фанерой. Головка у трехструнных домр фигурная, с обратной стороны которой прикрепляется колковая механика открытого или закрытого типа. Головка у четырехструнных домр напоминает собой скрипичную головку, а колковая механика прикрепляется сбоку головки с обеих сторон. На

рис. 26 дана схема расположения пружин на деке домры-прима трехструнной.

Основные размеры трехструнных и четырехструнных домр приведены в табл. 13 и 14.

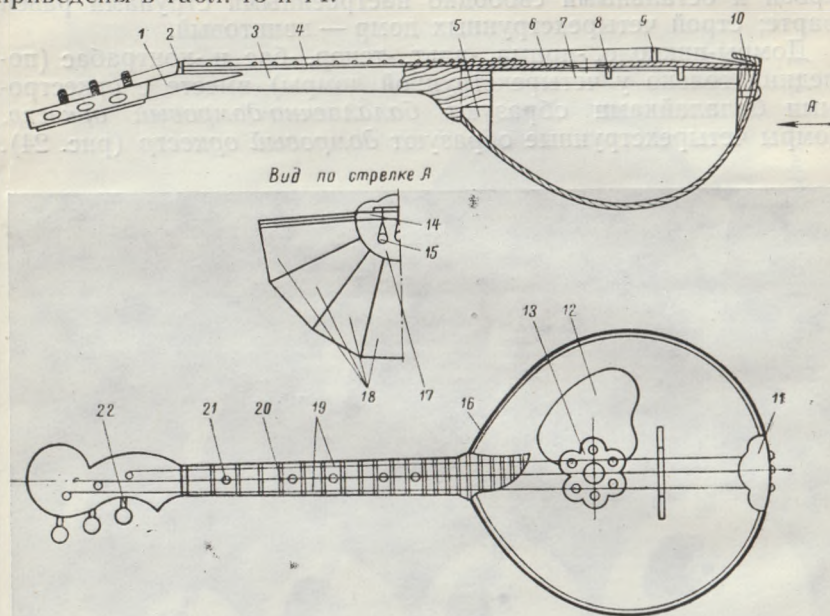


Рис. 25. Домра трехструнная:

1 — головка; 2 — порожек верхний; 3 — ручка; 4 — наклейка; 5 — клец верхний; 6 — дека; 7 — контробечайка; 8 — пружины; 9 — подставка; 10 — клец нижний; 11 — подструнный; 12 — панцирь; 13 — розетка; 14 — порожек нижний; 15 — кнопка; 16 — обкладка; 17 — кружок; 18 — клепки №№ 1, 2, 3 и клинок; 19 — струны; 20 — ладовые пластины; 21 — точки; 22 — колковая механика

Таблица 13

Наименование показателей	Размеры трехструнных домр в мм				
	пикколо	прима	альт	тенор	бас
Длина рабочей части струны	260—280	380—400	490—505	585	685—715
Длина инструмента	460—480	625—630	755—780	875—880	1020—1065
Длина корпуса	185—190	250—260	325—330	380	450—460
Ширина корпуса наибольшая	175—185	230—240	300—310	340—345	410—435
Высота корпуса наибольшая	85—90	110—120	130—140	150—160	180—200
Ширина грифа у порожка	22—23	23—25	25—27	27—28	28—32
Ширина грифа у 12-го лада	27—28	28—31	31—33	33—36	36—40
Толщина грифа у 1-го лада	17—18	21—22	22—24	24—26	26—28
Толщина грифа у 12-го лада	21—22	25—26	27—30	30—32	32—34
Количество ладов	19	19—24	19	19	19
Толщина деки	1,7	1,8—2,0	2,5	2,5	3,0

Таблица 14

Наименование показателей	Размеры четырехструнных домр в мм					
	пикколо	прима	альт	тенор	бас	контрабас
Длина рабочей части струны	274	350	420	474	630	990
Длина инструмента общая	473	600	703	754	970	1495
Длина корпуса	195	268	315	335	457	765
Ширина корпуса наибольшая	185	257	300	320	430	740
Высота корпуса	96	130	138	144	200	320
Толщина деки	1,7	1,8	2,5	2,5	3,0	4,0

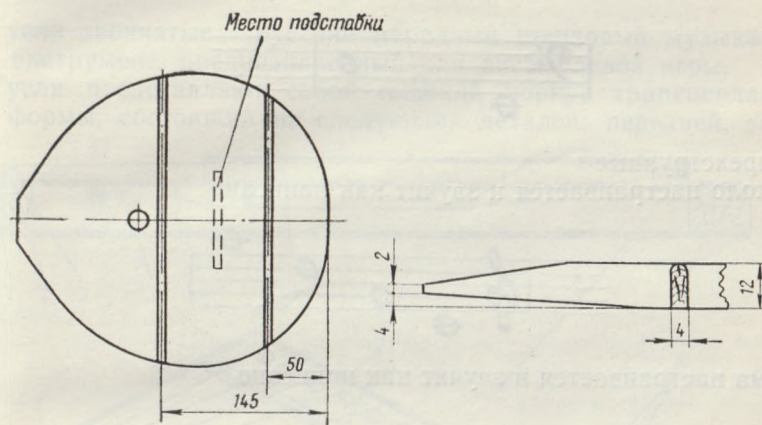
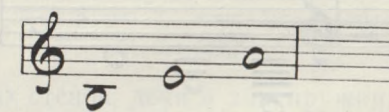


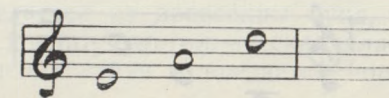
Рис. 26. Схема расположения пружин на деке домры-прима

Строй домр

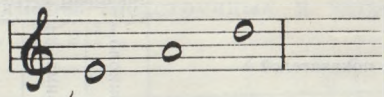
Трехструнные
Пикколо настраивается и звучит на октаву выше написанного



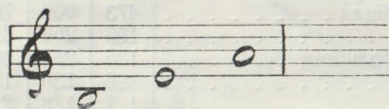
Прима настраивается и звучит как написано



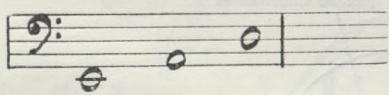
Альт настраивается и звучит на октаву ниже написанного



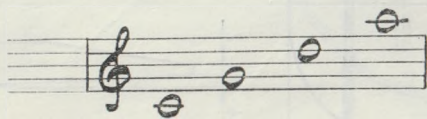
Тенор настраивается и звучит на октаву ниже написанного



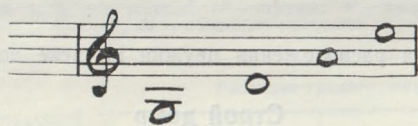
Бас настраивается и звучит как написано



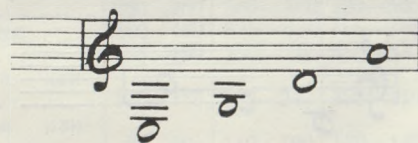
Четырехструнные
Пикколо настраивается и звучит как написано



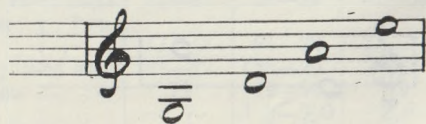
Прима настраивается и звучит как написано



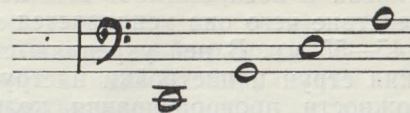
Альт настраивается и звучит как написано



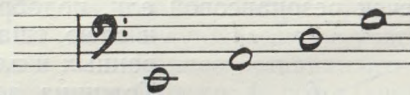
Тенор настраивается и звучит на октаву ниже написанного



Бас настраивается и звучит как написано



Контрабас настраивается и звучит на октаву ниже написанной



ГУСЛИ ЗВОНЧАТЫЕ

Гусли звончатые — русский народный щипковый музыкальный инструмент, предназначенный для ансамблевой игры.

Гусли представляют собой плоский корпус трапециевидной формы, состоящий из следующих деталей: передней, зад-

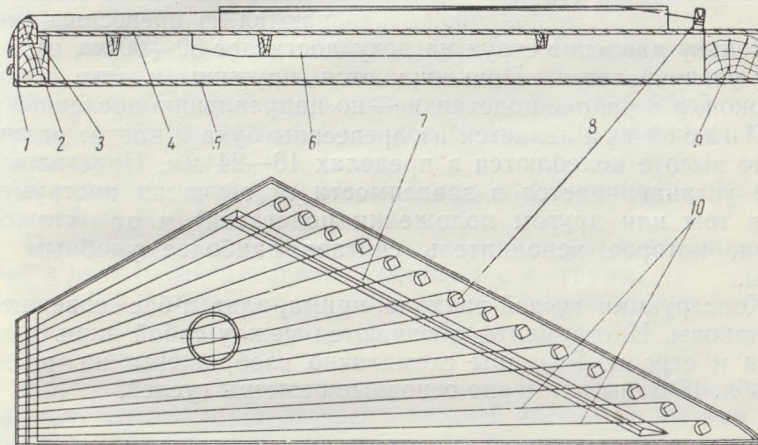


Рис. 27. Гусли звончатые:

1 — струнодержатель; 2 — порожек; 3 — левая боковая стенка; 4 — дека; 5 — дно; 6 — пружины; 7 — подставка; 8 — колки; 9 — правая боковая стенка; 10 — струны

ней и двух боковых стенок, деки и дна, пружин, порожка, металлической пластины, подставки, колков и набора струн (рис. 27).

Передняя и задняя стенки корпуса изготавливаются из древесины бука, клена толщиной 15—20 мм. Левая боковая стенка делается из древесины бука, клена толщиной 35—40 мм. К ней крепится металлическая пластина-струнодержатель для крепления струн и врезается порожек с ладовой пластиной.

Правая боковая стенка изготавливается также из древесины бука, клена и воспринимает всю нагрузку от натяжения струн, вследствие чего она усиливается за счет увеличения толщины до 45—55 мм. В ней укрепляются колки, служащие для натяжения струн и настройки инструмента. С целью устранения возможности проворачивания колков желательно сделать брусок переклееным. Колки устанавливаются под углом 80—85° к плоскости деки.

Дека, как и у всех музыкальных струнных инструментов, делается из дощечек резонансовой ели, подобранных по цвету

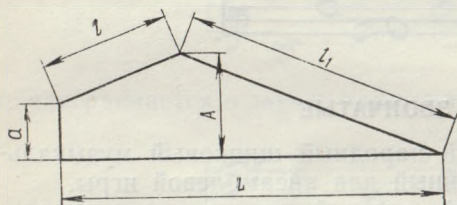


Рис. 28. Схематическое изображение размеров гуслей

и слою, тщательно прифугованных и плотно склеенных. Толщина деки для различных гуслей различна: от 3 мм у пикколо до 4—5 мм у баса.

Дно изготавливается из клееной фанеры толщиной 3—4 мм. Пружины изготавливаются из древесины ели и, поскольку давление струн на дека достигает 50—60 кг, их сечение увеличивается. Приклеиваются пружины к деке поперек волокон, а в районе подставки — по направлению последней.

Подставка делается из древесины бука и клена; размеры ее по высоте колеблются в пределах 16—24 мм. Подставка на дека устанавливается в зависимости от звучания инструмента (при том или другом положении подставки) и от натяжения струн, которое исполнитель считает наиболее удобным для игры.

Конструкции гуслей-пикколо,-прима,-альт и-бас совершенно одинаковы. Инструменты отличаются между собой лишь размерами и строем. Размеры схематично изображены на рис. 28. В табл. 15 даны примерно основные размеры гуслей.

Таблица 15

Наименование инструмента	Размеры гуслей в мм					
	L	l	l ₁	a	A	высота гуслей
Пикколо	560—600	240—250	450—460	110—120	240—250	50
Прима	850—880	320—350	650—670	120—130	290—300	50—52
Альт	900—1000	360—390	700—750	130—140	320—330	56—58
Бас	1050—1100	440—460	840—860	140—150	360—380	62—65

Строй гуслей основан на диатонической гамме и имеет в основном две октавы. Обычно гусли настраиваются в тональности

ля-мажор. Прима настраивается в любой диэзной тональности: ре-мажор, ми-мажор, си-мажор и т. д.

Пикколо настраивается на октаву выше прима, альт настраивается на октаву ниже прима, а бас на октаву ниже альта, причем пикколо и прима оборудованы гладкими струнами, а альт и бас обвитыми.

При игре гусли находятся на коленях исполнителя, звук извлекается медиатором перебором струн, причем звучат лишь те струны, которые не приглушаются пальцами левой руки.

В домрово-балалаечном оркестре применяются усовершенствованные гусли, где приглушение не участвующих в аккорде струн происходит с помощью клавишного механизма. Такие гусли называются *клавишными*. К сожалению, их производство у нас не организовано, и поэтому они распространения не получили.

АРФА

Общее описание

Арфа — щипковый музыкальный инструмент, предназначенный для сольного и оркестрового исполнения.

По своему конструктивному устройству арфа является наиболее сложным щипковым инструментом, насчитывающим свыше 2000 деталей. Строй арфы основан на диатонической гамме и имеет 6½ октав, от ре-бемоль контроктавы до соль-диез четвертой октавы.

По своему виду арфа имеет форму треугольника с изогнутой верхней линией (рис. 29).

Основные части арфы: корпус, колковая рама, колонна, главный и педальный механизмы, основание и струны.

Корпус является узлом арфы, в котором колебания струн усиливаются декой, а звук приобретает тембр, характерный данному инструменту.

Корпус изготавливается двух видов: расширяющийся сверху вниз постепенно и уширенный в нижней части боковинами. В последнее время второй вид получает большее распространение, так как уширенный корпус придает среднему и басовому регистрам более глубокое звучание, увеличивает силу и продолжительность звука.

Колковая рама служит для крепления главного механизма и колков для натягивания струн. К колковой раме предъявляются высокие требования, поскольку она должна выдерживать суммарное натяжение струн, достигающее 1500 кг.

Точность настройки инструмента зависит и от сопротивления древесины колковой рамы проворачиванию колков. Если во время исполнения струны «не держат» строй, так как проворачиваются колки, то арфистке приходится часто подтягивать струны. Такой инструмент считается некачественным.

Колонна связывает колковую раму и корпус, образуя третью сторону треугольника. Внутри колонны проходит узел трубок с тягами внутри, соединяющими главный и педальный механизмы.



Рис. 29. Арфа

Колонна должна быть достаточно прочной, чтобы не подвергнуться продольному изгибу от суммарного натяжения струн. Верх и низ колонны украшаются художественной резьбой с позолотой, что придает арфе красивый внешний вид.

Главный механизм служит для изменения длины рабочей части струн. При помощи главного механизма, приводимого в действие педалями, струны можно перестраивать по желанию исполнителя выше или ниже натурального строя. Это один из наиболее сложных узлов арфы, состоящий из тяг, осей, дисков, порожков и других деталей и узлов, с помощью которых меняется длина рабочей части струны. Главный механизм должен работать плавно, легко, без призвуков, стуков, которые совершенно недопустимы. Безотказность работы главного механизма является гарантией длительной эксплуатации арфы, поэтому к нему предъявляются очень высокие требования.

Педальный механизм с помощью педалей и тяг приводит в действие главный механизм, в результате чего производится перестройка струн арфы из одной тональности в другую. Педальный механизм имеет 7 педалей (по числу основных тонов звукоряда) и расположены они в строго определенном порядке: справа — 4 педали для нот *ми, фа, соль, ля* и слева 3 педали для нот *си, до, ре*. Направление движения педалей осуществляется с помощью вырезов в основании арфы. Педали могут занимать три положения: бемолей (*b*), бекаров (*♯*) и диэзов (*#*).

Основание со ступенчатыми вырезами, ограничивающими ход педалей при перестройке арфы из одной тональности в другую, служит также пьедесталом для корпуса арфы. К основанию прикрепляются ножки (передние и задние).

Струны, служащие источником звучания арфы, представляют собой набор, состоящий из 46 струн, в том числе — 35 жильных и 11 металлических. Одним концом струны крепятся к деке корпуса, а другим — к колкам колковой рамы.

Струны перестраиваются из одной тональности в другую нажатием ногой на соответствующую педаль. Для ориентировки во время исполнения все струны *до* окрашиваются в красный цвет, а струны *фа* — в синий.

В отличие от других щипковых музыкальных инструментов арфа не имеет разновидностей по своим размерам. Все они выпускаются как большие концертные арфы и могут иметь лишь незначительные отклонения в размерах.

В СССР арфы, выпускаемые фабрикой имени Луначарского, имеют следующие основные размеры в мм:

Высота арфы	1785
Глубина арфы в плоскости струн	965
Длина корпуса по деке	1337
Ширина корпуса в верхнем основании	88
Ширина корпуса в нижнем основании	410
Ширина корпуса максимальная	486
Выпуклость деки при полном натяжении струн	10—16
Длина струн максимальная	1503
Длина струн минимальная	69

Конструктивное устройство арфы

Корпус состоит из каркаса, обечайек, боковин, планки с окнами, деки и крышки с шайбой (рис. 30).

Каркас представляет собой узел, состоящий из верхних и нижних контрбечайек, основания, головки, шпангоутов и двойных угольников (рис. 31).

Каркас является основой корпуса, к которому приклеиваются обечайки, боковины, дека и планка с окнами.

Верхние контрбечайки изготавливаются из древесины ели, а нижние — из клена, бука.

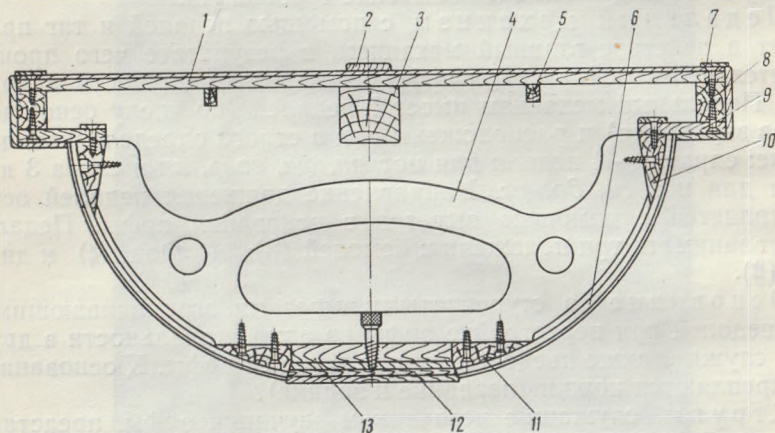


Рис. 30. Корпус арфы в разрезе:

1 — дека; 2 — верхний брус; 3 — нижний брус; 4 — шпангоуты; 5 — пружины; 6 — обечайка; 7 — бортик деки; 8 — бортик боковины; 9 — дно боковины; 10 — контрбечайка верхняя; 11 — контрбечайка нижняя; 12 — планка с окнами; 13 — прокладка

Головка и основание служат для крепления к ним верхних и нижних контрбечайек и опорой для головки колковой рамы и основания арфы. Изготавливаются головка и основание из трехслойного переклеенного щита древесины клена.

Шпангоуты служат для создания жесткости корпуса, что очень важно для улучшения звучания инструмента. Корпус укрепляется четырьмя шпангоутами, которые устанавливаются на равном друг от друга расстоянии. Своими краями шпангоуты крепятся к верхним контрбечайкам, а средней частью — к нижним.

Для предохранения деки от чрезмерной выпуклости шпангоуты изготавливаются из пятислойного щита древесины клена с различным направлением волокон.

Если шпангоуты по условиям недостаточной прочности не могут противостоять натяжению струн и выпуклость деки при этом становится критической (когда волокна деки близки к разрыву), тогда дополнительно устанавливают распорки.

К собранному каркасу приклеиваются обечайки (правая и левая), изготавливаемые из клееной фанеры толщиной 4—5 мм и облицованные фанерой древесины красного дерева, струйчатого клена, клена «птичий глаз», лимонного дерева и других ценных пород древесины. Очень важно обеспечить направление волокон так, чтобы наружный и внутренний слой из ножевой фанеры имели направление вдоль длины обечайки, а два внутренних слоя из клееной фанеры под углом 30°.

Боковины служат для увеличения объема корпуса и площади деки; состоят боковины из дна и бортиков, изготовленных из древесины клена.

Дно собирается из отдельных дощечек толщиной 6—7 мм, склеенных между собой и облицованных фанерой тех же пород, что и обечайки. Дно прикрепляется на клею и шурупах к специальному вырезу в верхних контрбечайках, а к бортику прикрепляется та часть деки, которая соприкасается с боковинами.

Дека арфы в отличие от других щипковых инструментов, где струны оказывают давление на деку, работает в особых условиях: струны крепятся к деке и своим суммарным натяжением стремятся вырвать деку из корпуса. Если у других щипковых инструментов искусственно создается выпуклость деки для увеличения ее упругости и сопротивления давлению струн, то в деке арфы выпуклость создается натяжением струн, которое достигает 1500 кг.

Величина выпуклости деки, непосредственно способствующая увеличению ее упругости, должна колебаться в пределах 10—16 мм. Увеличение выпуклости деки может нарушить строй

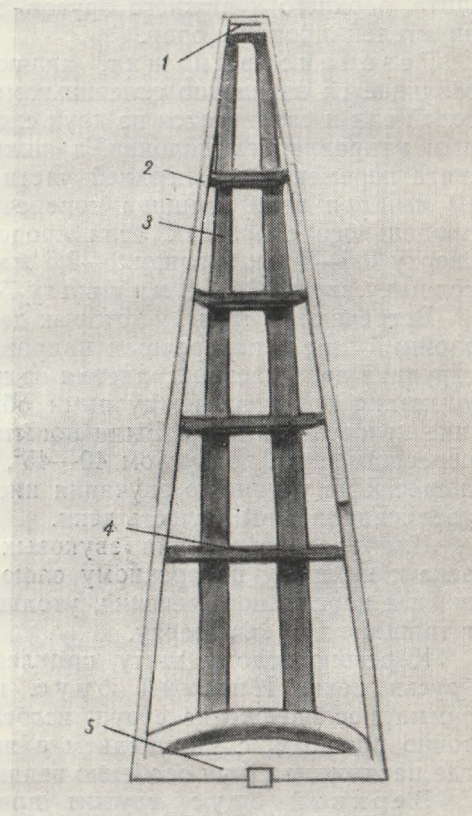


Рис. 31. Каркас корпуса:

1 — головка; 2, 3 — верхние и нижние контрбечайки; 4 — шпангоуты; 5 — основание

арфы и в конечном итоге вырвать деку. Величина выпуклости 10—16 мм обычно и закладывается при расчете мензуры арфы. Конструкция деки должна обеспечить сопротивление натяжению струн с величиной выпуклости не более 16 мм и получение звука, присущего арфе (певучесть, мягкость, сочность).

Дека представляет собой узел, состоящий из резонансового щита, верхнего и нижнего брусков, двух пружин и набора ограничителей, кнопок и опор.

Резонансовый щит, являющийся основой деки, изготавливается из плотно склеенных между собой дощечек резонансовой ели и склеивается из двух слоев: верхний слой с продольным направлением волокон, а нижний с поперечным. Толщина щита переменная: в верхней части 2—2,5 мм и в нижней 9—10 мм, при этом толщина поперечного слоя больше толщины продольного слоя. Так, если продольный слой имеет толщину сверху 0,5—1 мм и внизу 2—2,5 мм, то поперечный слой имеет толщину сверху 1,5—2 мм и внизу 7—8 мм.

Встречаются арфы, у которых дека представляет собой однослойный щит с поперечным направлением волокон. Такая конструкция деки распространения не получила, так как вследствие усыхания дощечек между ними образуются зазоры, нарушающие целостность деки. Были попытки располагать дощечки поперечного щита под углом 40—45°, однако такое расположение дощечек не улучшило звучания инструмента и лишь чрезмерно увеличивалась выпуклость деки.

Для распространения звуковых волн равномерно по всей деке к нижнему поперечному слою приклеиваются две пружины переменно сечения, утолщенные внизу и уменьшенные в толщине до 3 мм сверху.

К резонансовому щиту приклеиваются верхний и нижний бруска деки. Нижний брус, полностью воспринимающий суммарное натяжение струн, изготавливается из клена, достаточно прочным, с утолщением в нижнем и среднем регистрах, где натяжение струн особенно велико.

Верхний брус служит для крепления ограничителей, кнопок и опор, которые в свою очередь служат для крепления струн.

Если корпус делается без боковин, то дека крепится к верхним контрбечайкам на клею и шурупах по всей их длине.

В настоящее время корпус в большинстве своем изготавливается с боковинами. В этом случае верхние контрбечайки в месте крепления боковин имеют вырез и дека в уширенной части крепится к боковинам, а далее — к контрбечайкам. Крепление деки должно быть прочным, чтобы противостоять натяжению струн и улучшить звучание инструмента, так как непрочное соединение деки с корпусом отрицательно влияет на звучание.

Чтобы закрыть головки шурупов, вдоль корпуса с двух сто-

рон приклеивается бортик из древесины клена толщиной 3—4 мм.

В деке по осевой линии верхнего бруска просверливаются сквозные отверстия для крепления струн. Струны, проходящие под углом к деке, оказывают давление на стенки отверстия и тем самым могут деформировать древесину, что может повлечь за собой получение неясного глухого звука. Для устранения этого явления басовые струны проходят через специальные латунные втулки, называемые ограничителями, струны среднего регистра — через ограничители, изготовленные из кости или пластмассы, а струны верхнего регистра опираются на опоры из кости или пластмассы, склеиваемые рядом с просверленным отверстием.

Планка с окнами соединяет правую и левую обечайки. Окна в планке выбираются с целью увеличения силы звука и продолжительности звучания. Изготавливается планка с окнами из трехслойного щита древесины клена с взаимно-перпендикулярным расположением слоев.

Крышка с шайбой, соединяющаяся с основанием корпуса с помощью двух двойных угольников, изготавливается из трехслойного щита древесины клена и служит опорой для колонок. Крышка украшается художественной резьбой с позолотой в соответствии с общим архитектурно-художественным оформлением арфы.

Колковая рама, как было сказано выше, служит для крепления главного механизма и колков, при помощи которых натягиваются струны (рис. 32).

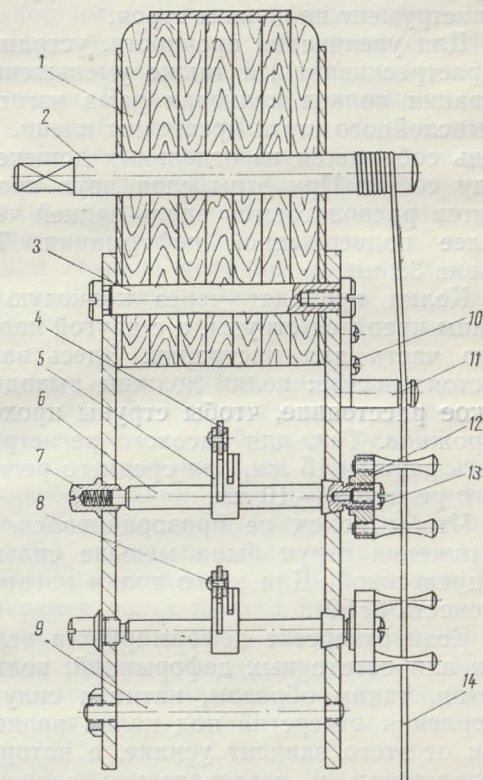


Рис. 32. Колковая рама и главный механизм арфы в разрезе:

1 — колковая рама; 2 — колок; 3 — подвеска; 4 — тяга; 5 — шарнир; 6 — ось главного механизма; 7 — винт упора; 8 — ось шарнира; 9 — стяжка; 10 — винт крепления порожка; 11 — порожек; 12 — диск со штырьками; 13 — винт крепления диска; 14 — струна

Точность настройки арфы, постоянство строя во многом зависят не только от прочности колковой рамы, но и от того, насколько прочно сидят в своих гнездах колки. Если колки проворачиваются, то этим самым нарушается точность настройки и инструмент не держит строя.

Для увеличения прочности, устранения явлений коробления и растрескивания, а также уменьшения возможности проворачивания колков колковая рама изготавливается из пяти- или семислойного щита древесины клена. Каждый щит в свою очередь собирается из отдельных дощечек, плотно склеенных между собой. При этом слои двух крайних и двух внутренних щитов располагаются вдоль задней части колковой рамы, наиболее подверженной деформации. Толщина колковой рамы равна 38 мм.

Колки проходят через колковую раму. С одной стороны к ним крепятся струны, а с другой надевается ключ на квадратную часть для настройки. Здесь важно заметить следующее обстоятельство: колки должны выходить из колковой рамы на **такое расстояние, чтобы струны проходили по центру канавки порошков**. Так, для басового регистра это расстояние должно быть равным 15 мм, для среднего регистра — 12 мм и для верхнего регистра — 10 мм.

Чтобы колок не проворачивался, необходимо, чтобы сила натяжения струн была меньше силы трения между колками и древесиной. Для этого колки изготавливаются конусными (конусность 1 : 50).

Если отверстие деформируется вследствие появления упругих или остаточных деформаций, колки подают вперед, увеличивая, таким образом, натяг и силу трения. Вопрос о месте сверления отверстий под колки является весьма важным, так как от этого зависит усилие, с которым струны прижимаются к порошкам, и, следовательно, зависит чистота звучания. Как и в других щипковых инструментах, где угол излома струны у головки или подставки колеблется в пределах 11—18°, отверстия под колки должны быть просверлены так, чтобы обеспечить необходимое давление струн на порожки. Этот угол находится в пределах 5—20°, причем меньшее значение углов принимается для басового регистра, где диаметры металлических струн достаточно велики, и большие значения углов — для среднего и верхнего регистров. При больших значениях угла излома струны, особенно в басовом регистре, давление струн на порожек может возрасти и повлечь за собой поломку порожка.

Колковая рама своей головкой опирается на верхнюю часть корпуса через обручик из латуни, а передней частью соединяется с колонной. Головка изготавливается из двух массивных брусков клена, из которых правый брусок соединяется со щитом колковой рамы специальным соединением, а левый со-

единяется и с правым бруском и со щитом. Такое соединение многослойного щита с брусками головки является надежным, обеспечивающим прочность колковой рамы.

Колонна разделена как бы на 3 части: среднюю, верхнюю и нижнюю. Средняя часть собирается из четырех брусков, склеенных заболонной частью внутрь. Верхняя и нижняя части утолщаются приклейкой дополнительных брусков. Средняя часть склеивается по половинкам. В каждой из них выбирается паз размером 40×6 мм, который углубляется и уширяется в нижней части и уж затем обе половинки склеиваются между собой. Верхняя часть колонны соединяется с колковой рамой. Таким образом, колонна также воспринимает нагрузку от натяжения струн и поэтому подвергается изгибу.

Следовательно, материал и сечение колонны должны быть выбраны с таким расчетом, чтобы исключить явление изгиба. Чаще всего для изготовления колонны применяется древесина клена.

В канал колонны помещается узел трубок, внутри которых проходят тяги, соединяющие главный и педальный механизмы. Каждая из тяг на одном конце имеет резьбу для соединения с подвеской распределительного механизма, а на другом — подвеску для соединения с рычагом педали. Они имеют свое название: *до, ре, ми, фа, соль, ля* и *си* — в зависимости от того, какие тяги главного механизма и педали соединяются между собой этими тягами. Трубки припаиваются к металлической пластине, закрепленной в верхней части канала колонны.

Движение тяг внутри трубок должно быть совершенно свободным от трений, перегибов, соприкосновений между собой. Канал внутри оклеивается замшей и фильцем. Это предохраняет инструмент от шума, стуков и призвуков, могущих возникнуть при игре.

Главный механизм арфы представляет собой сложную систему связанных между собой узлов тяг, шарниров, осей, дисков, порошков и других деталей, служащих для изменения длины рабочей части струны (рис. 32).

Ударный механизм приводится в движение педалями. При нажатии ногой на какую-либо определенную педаль вначале в положение ♯ — бекара (на первую ступень) тяга 1 (рис. 33), соединенная с педалью и проходящая внутри колонны, приводит в движение три шарнира 3, 4, 5, входящие в состав распределительного механизма. Последние приводят в движение верхний ряд тяг 7, соединенных между собой шарнирами 8, насаженными на оси 9. Следовательно, при движении тяг поворачиваются оси одноименных нот на всех октавах.

На конце осей насажены диски со штырьками, которые, поворачиваясь, зажимают струну, укорачивая ее ровно настолько, чтобы ее звучание повысилось на полтона. При дальнейшем нажатии на педаль в положение # — диеза (на вторую ступень)

шарниры распределительного механизма начинают двигать нижний ряд тяг *b*, поворачивая оси с дисками. Длина струны вновь укорачивается, повышая при этом звучание снова на полтона.

Таким образом, мы имеем три положения струны, соответствующие трем положениям педалей (рис. 34): первое положение — педали находятся в верхнем положении, струны свободные; второе — педали опущены в положение \flat на одну ступень, струны соответственно укорочены верхним рядом дисков;

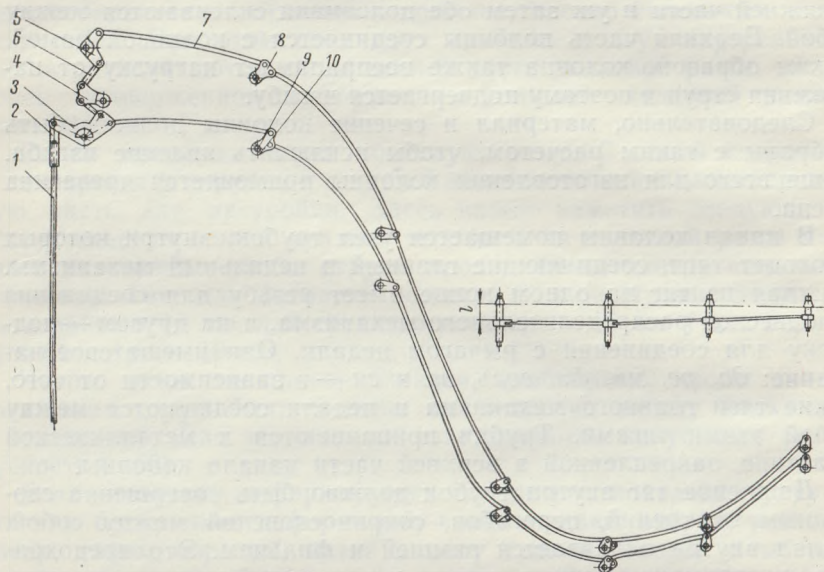


Рис. 33. Узел тяг главного механизма арфы:

1 — тяга; 2 — подвески; 3—5 — шарниры; 6 — нижний ряд тяг; 7 — верхний ряд тяг; 8 — шарниры; 9 — ось; 10 — штифт

третье — педали опущены в положение \sharp на вторую ступень, струны соответственно укорачиваются нижним рядом дисков.

Определив принцип действия главного механизма, рассмотрим более подробно его узлы и детали.

Главный механизм состоит из следующих узлов и деталей: левой, правой и малой щек, распределительного механизма, тяг, шарниров, осей, дисков, порожков, движков, стяжек и винтов упора.

Щека левая — латунная деталь с криволинейным очертанием, на которой монтируются порожки, движки с порожками, гребенки распределительного механизма, стяжки. В щеке просверливаются конусные отверстия для осей и отверстия для соединения ее с козловой рамой и с правой щекой. Расстояние между центрами отверстий для осей как по вертикали, так и по горизонтали, а также расстояния до центра порожка являются

самыми важными факторами, определяющими правильность строя арфы и удобство игры.

Щека правая — тех же очертаний, что и левая щека, кроме изменений в дискантовой части. В правой щеке просверливаются отверстия для осей с теми же координатами центров, что и для левой щеки. Если бы оси вращались непосредственно в отверстиях щеки, то стенки отверстий быстро бы разработались, появился бы люфт, а с ним и стуки при движении деталей, что совершенно недопустимо. Поэтому в отверстия ввинчи-

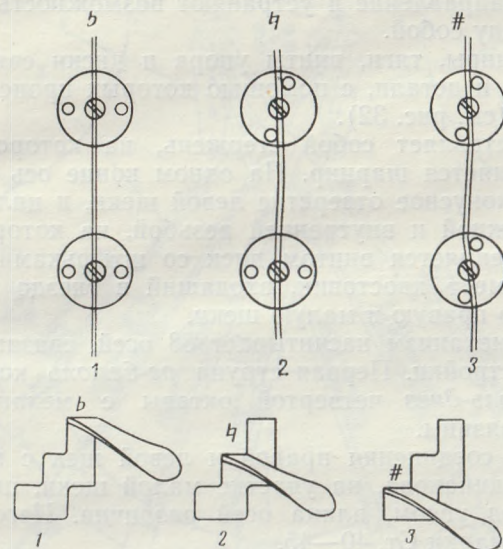


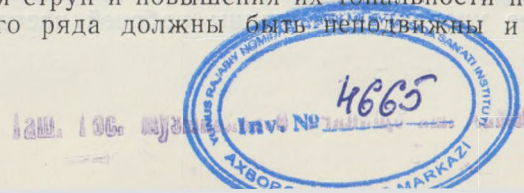
Рис. 34. Три положения струны:

1 — на *b*, 2 — на \flat , 3 — на \sharp , соответствующие трем положениям педалей; 1 — на *b*, 2 — \flat (первое нажатие), 3 — на \sharp (второе нажатие)

ваются винты упора, конструкция которых рассматривается ниже.

В верхнем, дискантовом регистре расстояние между щеками и декой настолько незначительно, что делает игру затруднительной в этом регистре, особенно для правой руки. Чтобы приблизить правую руку к струнам и улучшить этим самым условия игры, в верхней части правой щеки сделан вырез, взамен которого прикрепляется малая щека, изогнутая под углом. Соединяются левая, правая и малая щеки с помощью стяжек.

Распределительный механизм служит для правильного, последовательного сочетания движений верхнего и нижнего рядов тяг. Если происходит движение верхнего ряда тяг для укорочения струн и повышения их тональности на полтона, тяги нижнего ряда должны быть неподвижны и лишь



в момент зажатия струны вилочкой должны начать свое движение. При движении тяг нижнего ряда верхний ряд должен оставаться неподвижным. Такое же сочетание движений тяг должно быть и при обратном их движении.

Распределительный механизм состоит из подвесок 2 (см. рис. 33), нижних, средних и верхних шарниров 3, 4, 5, тяг 6 и трех гребенок. Подвески соединяют нижние шарниры с тягами 1, проходящими внутри колонны и соединенными с рычагами педалей. Шарниры двигаются в гребенках, которые придают им правильное направление и устраняют возможность соприкосновения их между собой.

Оси, шарниры, тяги, винты упора и диски связаны между собой в узлы и детали, с помощью которых происходит укорочение струн (см. рис. 32).

Ось представляет собой стержень, на котором в средней части закрепляется шарнир. На одном конце ось имеет конус, входящий в конусное отверстие левой щеки, и цилиндрическую часть с наружной и внутренней резьбой, на которую закручивается и укрепляется винтом диск со штырьками. На другом конце ось имеет хвостовик, входящий в гнездо винта упора, повернутого в правую и малую щеки.

Главный механизм насчитывает 88 осей, связанных с механизмом перестройки. Первая струна *ре-бемоль* контроктавы и последняя *соль-диез* четвертой октавы с механизмом перестройки не связаны.

До места соединения правой и левой щек с малой щекой длина осей одинакова, на участке малой щеки, поскольку она соединена под углом, длина осей различна. Изготавливаются оси из стали марки Ст. 40—45.

Шарниры служат для соединения тяг и передачи движения осям главного механизма. Форма шарниров различная, и определяется она конструктивно кинематикой движения тяг.

Шарниры закреплены на осях каждого узла тяг на строго определенном расстоянии l от конусной части (см. рис. 33). Так, для узла тяг *С* это расстояние равно 5,2 мм, для узла тяг *Е* — 10,3 мм, а для узла тяг *Н* — 15,5 мм и т. д. Эти расстояния выбираются так, чтобы соседние шарниры и тяги не соприкасались между собой при их движении. В противном случае неизбежны «щелчки», стуки, призвуки. Поэтому нужно соблюдать указанные размеры размещения шарниров и тщательно изготавливать детали. На ось шарниры насаживаются с тугой посадкой и во избежание проворачивания укрепляются штифтами 10 (см. рис. 33).

Шарниры изготавливаются из латуни марки Л-62.

Тяги с помощью шарниров соединяют между собой оси одноименных нот всех октав. Поэтому и происходит одновременное укорачивание длины рабочей части струн какой-либо

ноты во всех октавах. Соединяются тяги с шарнирами с помощью осей шарниров со скользящей посадкой.

Конфигурация тяг определяется конструктивно кинематикой их движения. Плавность, мягкость и долговечность работы главного механизма определяются прежде всего конфигурацией тяг, тщательностью их изготовления и материалом, из которого они изготовлены.

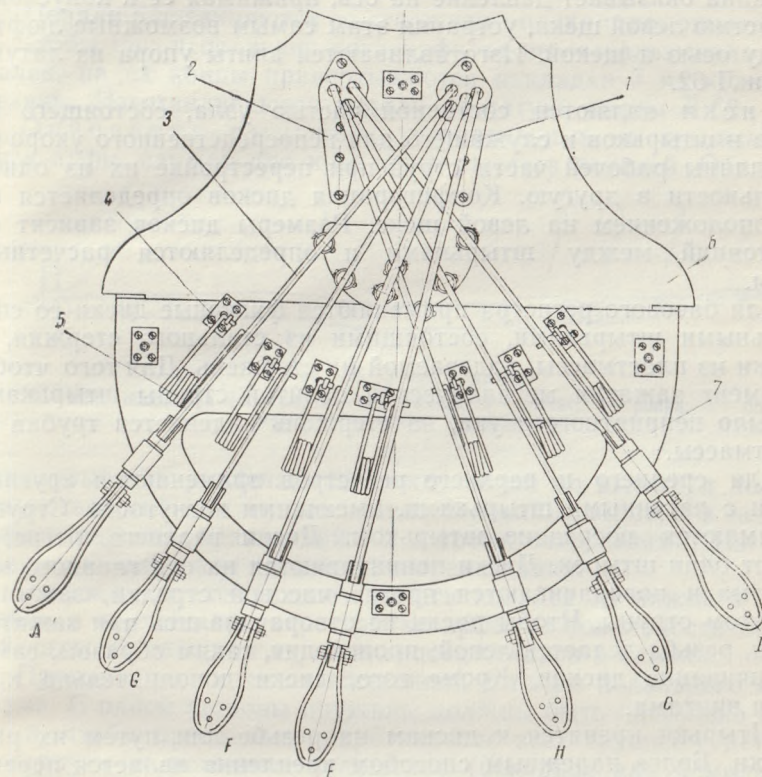


Рис. 35. Педальный механизм арфы (вид снизу):

1, 2 — основания рычагов (левое, правое); 3 — узел педали; 4 — стойка с основанием; 5 — пружина; 6 — крышка корпуса; 7 — основание корпуса

Узлов тяг в главном механизме насчитывается семь, по числу тонов основного звукоряда. Узел носит название той ноты, которую он «обслуживает». Например, узел тяг *Е* укорачивает все струны *Е*, узел тяг *Ф* укорачивает все струны *Ф* и т. д.

Все узлы тяг располагаются в определенном порядке. Если считать от левой щеки, то они располагаются в следующем порядке: *ре, до, ми, си, фа, соль* и *ля*. Изготавливаются тяги из прокатанной стальной проволоки марки Ст. 45. Для басового

и среднего регистров толщина тяг равна 2 мм, а для верхнего регистра 1,5 мм.

Винты упора ввинчиваются в правую и малую щеки и служат подшипниками для осей главного механизма. Внутри винтов упора находятся пружины, изготовленные из стальной термически обработанной проволоки диаметром 0,5 мм, и шайбы 3+5 шт., изготовленные из листовой стали толщиной 0,5 мм. Пружина оказывает давление на ось, прижимая ее к конусному отверстию левой щеки, устраняя этим самым возможные люфты между осью и щекой. Изготавливаются винты упора из латуни марки Л-62.

Диски являются составной частью узла, состоящего из диска и штырьков и служащего для непосредственного укорочения длины рабочей части струн при перестройке их из одной тональности в другую. Конфигурация дисков определяется их местоположением на левой щеке. Размеры дисков зависят от расстояний между штырьками и определяются расчетным путем.

Для басового регистра применяются фигурные диски со специальными штырьками, состоящими из стального стержня, и трубки из пластмассы, надеваемой на стержень. Для того чтобы в момент зажатия металлической обвитой струны штырьками не было неприятного звука, на стержень надевается трубка из пластмассы.

Для среднего и верхнего регистров применяются круглые диски с латунными штырьками, имеющими вогнутость. Струны зажимаются посередине штырьком. Диски верхнего регистра имеют один штырек. Диски навинчиваются на оси главного механизма и поворачиваются против часовой стрелки, зажимая при этом струны. Чтобы диски не отворачивались при зажатии струн, резьба делается левой; происходит, таким образом, самозавинчивание дисков. Кроме того, диски дополнительно крепятся винтами.

Штырьки крепятся к дискам на резьбе или путем их расклепки. Более надежным способом крепления является первый (на резьбе).

Крепится главный механизм к колковой раме с помощью подвесок.

Педальный механизм состоит из семи узлов педалей, двух оснований рычагов, пружин и стоек (рис. 35).

Узел педали служит для приведения в действие главного механизма и состоит из винта, рычага, ролика и педали (рис. 36). Винт 1 с помощью оси 2 соединяет рычаг 3 с основанием рычагов (см. 1, 2 рис. 35). Рычаг 3 соединяется с тягой, проходящей внутри колонны и соединенной с распределительным механизмом.

Ролики 4 уменьшают шум при движении рычагов в вырезках основания арфы. Они должны вращаться легко и свободно, без

люфтов и работать бесшумно. В арфах иностранных фирм вместо роликов употребляют рычаги, обтянутые кожей или замшей. Их изготовление проще, но имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что кожа или замша в процессе эксплуатации арфы настолько уплотняются, что рычаги при своем движении начинают стучать о стенки основания. Тогда приходится заменять кожу или замшу. Изготавливаются рычаги из стали марки Ст. 3.

Педали 6 соединяются со стержнем ролика с помощью болта 5. Чтобы при исполнении нога арфиста не соскальзывала с педалей, на их концы привертываются накладки 7 из кожи или резины. Изготавливаются педали из латуни марки Л-62.

Основания рычагов, установленных на крышке корпуса арфы, служат для крепления рычагов педалей. Оба осно-

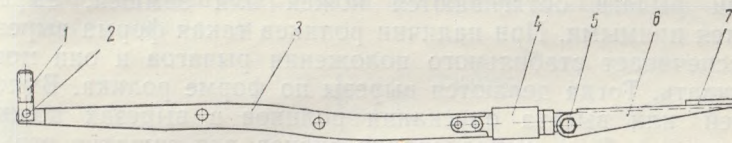


Рис. 36. Узел педали:

1 — винт основания рычагов; 2 — ось рычага; 3 — рычаг; 4 — ролик; 5 — болт рычага; 6 — педаль; 7 — накладка

вания рычагов различаются между собой по высоте и количеству отверстий для винтов: левое основание выше и в нем четыре отверстия, правое ниже и с тремя отверстиями. Изготавливаются основания литыми из дюралюминия.

Пружины возвращают рычаги педалей из нижнего положения в верхнее при перестройке арфы из тональности *диезов* в *бекары*, *бемоли* или из тональности *бекаров* в *бемоли*.

Пружины являются ответственной деталью педального механизма. С одной стороны пружины должны быть настолько сильными, чтобы преодолеть сопротивление всех трущихся деталей и вернуть в исходное положение (бекарное или бемольное) диски со штырьками. С другой стороны пружины должны быть такими, чтобы усилия на педали для приведения в действие главного механизма не превышали 3—3,5 кг. Концы пружин отогнуты. Один конец соединяется с рычагом педалей, а другой со стойкой. Стойки со своими основаниями крепятся к основанию корпуса. Чтобы витки пружины не издавали призвуков при движении рычагов педалей, они наполняются фенгерным фильцем. Изготавливаются пружины из стальной проволоки диаметром 3 мм.

Монтаж педального механизма должен быть выполнен тщательно во избежание стуков, призвуков при игре на арфе.

Основание арфы состоит из корпуса, дна, двух передних и двух задних ножек.

Корпус основания изготавливается из клееного березового шпона, облицованного с двух сторон: снаружи — ножевой фанерой струйчатого клена, клена «птичий глаз», красного дерева и других ценных пород древесины; внутри — ножевой фанерой менее ценных пород бука или клена. Основание собирается из двух частей (передней и задней) на клею и шурупах. Гловки шурупов утопляются и заделываются.

В задней части основания сделаны ступенчатые вырезы, в которых двигаются ролики рычагов педалей. Большое значение имеет форма вырезов. При опускании педалей в бекарное или дизное положение и их фиксировании в одном из этих положений необходимо, чтобы рычаги педалей не соскакивали со ступенек, а при возвращении в исходное положение легко снимались.

Если рычаги обтягиваются кожей или замшей, вырезы делаются прямыми. При наличии роликов такая форма вырезов не обеспечивает стабильного положения рычагов и они могут соскакивать. Тогда делаются вырезы по форме ролика. Высота ступеней или высота опускания роликов в вырезах должна обеспечить необходимый разворот дисков для зажатия струны при ее укорачивании.

Дно изготавливается из трехслойного переклейного щита древесины бука или клена и имеет такую же конфигурацию, как и основание. К дну приклеиваются четыре основания с двумя передними и двумя задними ножками, оформленные художественной резьбой и позолотой.

Для обеспечения передвижения арфы с одного места на другое в передние ножки устанавливаются ролики. Для предохранения арфы от скольжения во время исполнения задние ножки снабжают специальными подковками.

Основание арфы соединяется с корпусом арфы с помощью установочных шпилек и четырех болтов.

СТРУНЫ

Работа струн

Колебания струн. Струна, закрепленная на обоих концах, под действием удара или щипка приходит в колебание. Сущность колебательного движения струны заключается в следующем. При оттягивании струны в ней появляются внутренние усилия, которые при прекращении действия силы оттягивания возвращают струну в нейтральное положение. Но струна, обладая достаточной скоростью, продолжает двигаться по инерции. При этом в струне возникают усилия, которые отклоняют ее в первоначальное положение. Так повторяется до тех пор, пока не израсходуется энергия, полученная струной при щипке.

Энергия расходуется постепенно, вследствие чего амплитуда колебания струны (максимальное отклонение ее от среднего

положения) также постепенно уменьшается до нуля. Частота колебания струн при этом остается неизменной, т. е. высота звука не меняется. Число колебаний в секунду называется частотой.

Из основных требований, предъявляемых к звуку инструмента (по признаку негармоничности, длительности звука, устойчивости частоты), вытекает, что скорость распространения колебаний в струнах должна быть максимальной и зависит она от длины струны и частоты и определяется по формуле

$$C = 2lf, \quad (1)$$

где:

l — длина струны в см;

f — частота колебаний струны в гц.

Скорость распространения колебаний в струне определяется также соотношением

$$C = \sqrt{\frac{\sigma}{\rho}} \text{ см/сек}, \quad (2)$$

где:

σ — напряжение в струне в кг/см²;

ρ — плотность материала струны в г/см³.

Следовательно, с увеличением длины струны и напряжения в струнах увеличивается скорость распространения колебаний и тем самым улучшается звучание инструмента.

Колебания струны могут быть самыми различными — от простых до сложных. Струна колеблется целиком с основной частотой (рис. 37, а). В этом случае слышится основной тон. Кроме того, струна колеблется отдельными частями, как бы разделенной на два, три, четыре и т. д. отрезка, ограниченных неподвижными точками-узлами (рис. 37, б, в, г). Эти отрезки колеблются со своими соответствующими частотами, превышающими основную частоту во столько раз, во сколько длина отрезка меньше длины рабочей части струны. Поэтому слышится не только основной тон, но и более слабые дополнительные тоны от деления струны на части, так называемые *обертоны*.

Если обертоны имеют кратные частоты, например 100, 200, 300, 400 и т. д. гц, т. е. относятся между собой как целые числа

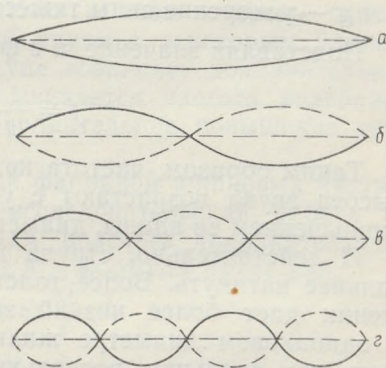


Рис. 37. Формы колебания струны:

а — колебание целиком с основной частотой; б, в, г — колебания отдельными частями

1:2:3:4 и т. д., то они называются гармоническими или гармониками.

Высота звука. Высота звука зависит от частоты колебаний струны. Чем больше частота, тем выше звук и, наоборот, чем меньше частота, тем звук ниже.

Частота колебаний струны зависит от натяжения струны, длины струны, ее диаметра и материала, из которого изготовлена струна.

Эта зависимость выражается формулой

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{P}{m}}, \quad (3)$$

где:

f — частота колебаний струны в $гц$;

l — длина струны в $см$;

P — натяжение струны в $г$;

m — масса струны.

Масса струны

$$m = \frac{\pi d^2 \rho}{4g},$$

где:

d — диаметр струны в $см$;

ρ — плотность материала струны в $г/см^3$;

g — ускорение силы тяжести, равное 981 см/сек^2 .

Подставляя значение m в формулу 3, получим:

$$f = \frac{1}{ld} \sqrt{\frac{Pg}{\pi\rho}}. \quad (4)$$

Таким образом, частота колебаний струны и, следовательно, высота звука возрастают с увеличением натяжения струны и уменьшением ее длины, диаметра и плотности.

И действительно, струна дает более высокий тон, если ее сильнее натянуть. Более толстая струна при одинаковом натяжении дает более низкий звук. При одинаковом натяжении и одинаковом диаметре жильная струна дает более высокий звук, чем стальная, поскольку ее плотность меньше плотности стали (соответственно 1, 36 и $7,9 \text{ г/см}^3$). Более высокий звук дает более короткая струна.

Тембр звука. Тембр звука (окраска) зависит не только от материалов, из которых сделан инструмент, от формы и размеров его, но и от сложности колебаний струн, другими словами, от наличия обертонов, их числа и интенсивности (спектрального состава колебания). Например, первые 5—6 гармоник придают сочный глубокий, полный тембр (это наблюдается в басовых струнах), гармоники с большими номерами — яркий и резкий звук.

Если место удара или щипка струны совпадает с узлом какой-либо гармоники (в месте деления струны на отрезки), то эти гармоники не будут возбуждаться. При ударе посередине струны усиливается основной тон, а обертоны почти отсутствуют; при ударе на $1/4$ длины струны обертоны усиливаются.

В общем более слышны те обертоны, пучности которых совпадают с точкой удара, и менее слышны обертоны, узлы которых совпадают или близко расположены к месту удара или щипка струны. Если легко прикоснуться пальцами к открытой струне в месте деления ее на отрезки ($1/2$, $1/3$, $1/4$ и т. д. ее длины), слышится легкий звук, называемый флажолетом. Флажолет применяется чаще всего при игре на арфе, гитаре, балалайке.

Сила звука. Сила звука со стороны струн зависит от их натяжения, длины и диаметра. Чем больше натяжение струны, ее длина и диаметр, тем сильнее она раскачивает деку и тем, следовательно, сильнее звучит инструмент. Поэтому гитары с большей длиной рабочей части струны и с большим натяжением струн звучат сильнее гитар, у которых длина рабочей части струн меньше.

Чистота звука. В процессе игры длина рабочей части струны укорачивается нажатием струны пальцами у ладовой пластины или поворотом специальной вилочки в арфе. При этом происходит перегиб струны. Этот перегиб в свою очередь связан с отклонением струны от прямой линии с некоторым удлинением ее. При удлинении в струне возникает дополнительное натяжение, благодаря чему увеличивается частота колебаний струны и вследствие этого дополнительное повышение тона струны.

Московской экспериментальной фабрикой щипковых инструментов была проведена научно-исследовательская работа по струнам и выведена формула для подсчета дополнительного натяжения. В окончательном виде эта формула имеет вид:

$$\Delta P = S(E + \sigma) \frac{\Delta l}{l}, \quad (5)$$

где:

S — площадь поперечного сечения ядра в $мм^2$;

E — модуль упругости ядра в $кг/см^2$;

$\sigma = \frac{P}{S}$ — напряжение в струне в $кг/мм^2$;

Δl — удлинение в струне в $см$;

l — длина струны до ее перегиба в $см$ (включая и часть ее между порожком и колком).

Изменение частоты струны может быть выражено формулой

$$\Delta f = k \frac{E}{\sigma}, \quad (6)$$

где:

k — коэффициент пропорциональности;

ρ — напряжение струны в состоянии покоя в $кг/мм^2$;

E — модуль упругости в $кг/см^2$.

Из этой формулы видно, что изменение частоты при прочих равных условиях будет меньше у струн с меньшим модулем упругости. Поэтому расстройка инструмента, возникающая за счет дополнительного натяжения, компенсируется лишь для металлических струн. В арфе, например, отношение дополнительного натяжения к первоначальному колеблется в пределах от 3,5 до 0,1%. При этом абсолютные значения дополнительных натяжений колеблются в пределах от 1,5 кг до 20 г.

Для компенсации повышения тона отсечку струны приходится вилочкой смещать против расчетного ее положения. В гитарах с металлическими струнами, а также балалайках, мандолинах, домрах приходится смещать подставку на величину 2—2,5 мм.

Для жильных струн, у которых это отношение изменяется от 0,5 до 0,02%, а абсолютные значения от 50 до 1 г, дополнительное натяжение настолько мало, что частота их практически не меняется. Объясняется это малым модулем упругости жильных струн. Поэтому никакой компенсации расстройки не требуется.

Конструктивное оформление струн

Материал струн. В качестве материала для струн щипковых музыкальных инструментов применяется стальная проволока высокой прочности, жильные струны, характеристика которых дана в разделе «Материалы».

В последние годы получают распространение струны, изготовленные из синтетических материалов (капрона, нейлона), обладающих высокими игровыми и звуковыми качествами и физико-механическими свойствами. Предел прочности их составляет 30—40 $кг/мм^2$, удлинение при разрыве 21—23%.

Исследованиями, проведенными Московской экспериментальной фабрикой щипковых инструментов, установлены конструкции и параметры струн из капронового волокна (леска и елк) для шестиструнной гитары:

Первая струна — гладкая.

Вторая и третья струны — обвитые с керном из капронового шелка и навивкой из капроновой лески.

Четвертая, пятая и шестая струны — обвитые, с керном из капронового шелка и навивкой из латунной или посеребренной медной проволоки.

Струны из синтетических материалов для шестиструнной гитары должны иметь размеры, указанные в табл. 16.

Струны должны быть полированными. На конце струны делается петля.

Таблица 16

Номер струны	Диаметр струны в мм	Керн, количество нитей	Диаметр навивки в мм	Длина в мм
1	0,72	—	—	920
2	0,90	10	0,22	940
3	1,1	10	0,22	980
4	0,86	12	0,12	980
5	1,06	12	0,23	940
6	1,30	12	0,35	920

Релаксация. Струны первое время после их натяжения на инструмент благодаря своей пластичности имеют свойство несколько вытягиваться. Это влечет за собой уменьшение натяжения струн и заданной частоты колебаний и, следовательно, понижение высоты звука. Происходит также уменьшение напряжения в струнах. Спад напряжения в струне в определенный промежуток времени называется релаксацией. Чем быстрее происходит процесс вытягивания струн, тем быстрее она станет выдерживать заданное напряжение и, следовательно, частоту. В таких случаях говорят, что струна «держит строй».

Жильные струны более других подвержены релаксации. Исследованиями, проведенными Московской экспериментальной фабрикой щипковых инструментов, установлено, что относительное удлинение при одном и том же напряжении растет от тонких струн к толстым.

Среднее относительное удлинение жильных струн арфы (производство Полтавского мясокомбината) по октавам, начиная с первой октавы (тонкие струны) и кончая пятой октавой (толстые струны), имеет следующие значения:

I октава	II октава	III октава	IV октава	V октава
5,68	6,15	7,45	7,52	9,055

Основное удлинение струн под постоянной нагрузкой происходит в первые полчаса, после этого вытяжка струн идет медленно.

Овальность. Струнная проволока должна иметь совершенно круглое сечение. Овальность оказывает влияние на высоту звука при колебаниях струны, которая будет в какой-то мере фальшивить. Разность между наибольшим и наименьшим диаметрами струнной проволоки должна быть не более 0,005 мм.

Обвитые струны. Обвитые струны применяют для получения звуков низких частот при ограниченной длине струн, обеспечивая при этом достаточное их натяжение и гибкость.

Это натяжение можно было бы получить и не применяя навивки, а путем увеличения диаметра стальной основы — керна. Однако такая струна плохо выполняла бы свою роль, так как ее

трудно отклонять от положения покоя при игре и она имела бы очень небольшое напряжение, что вызовет негармоничность ее обертонов и увеличение «жесткости». Поэтому применяют навивку, увеличивающую массу струны и обеспечивающую ее гибкость.

В обвитых струнах желательнее брать диаметр керна возможно меньшим, насколько позволяет необходимый запас прочности. Чем меньше диаметр керна, тем больше будет его напряжение, и струна будет более гармоничной.

Увеличивать натяжение струны следует за счет увеличения диаметра навивки, так как при этом жесткость струны, а следовательно, ее негармоничность, будет возрастать значительно медленнее, чем при увеличении диаметра керна.

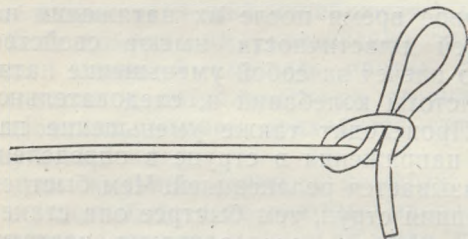


Рис. 38. Завязка узла на жильной струне

чества шелка увеличивает диаметр и уменьшает длительность звучания.

В качестве навивки лучше всего применять латунную проволоку. Длительность звучания струн с латунной навивкой больше, чем струн с медной навивкой, на 20—25%.

К обвитым струнам предъявляются следующие требования. Навивка должна плотно прилегать к керну, не скользить и не дребезжать во время колебаний струны.

Кольца навивки должны плотно прилегать друг к другу.

Навивка должна навиваться на керн без всяких повреждений.

Крепление струн. Общая длина струны складывается из рабочей части и концов струны, служащих для закрепления ее на опорах. Длина нерабочей части определяется расстоянием от порошка до колонки колковой механики или колка (в арфе) с учетом 3—5 витков на колонку или колок и расстоянием от подставки до петли или шарика. В арфе последнее отсутствует; здесь учитывается нерабочая часть струны, проходящая через деку.

Металлические струны закрепляются на инструментах с помощью шарика, укрепленного на одном конце струны, или петель, сделанной путем навивки конца струны на собственный диаметр. Навивка применяется односторонняя длиной 12—15 мм и с взаимным переплетением стальной основы типа «елочка» (7—8 переплетений на 1 см длины).

Для крепления на арфе металлические струны имеют петлю, на навивку которой надевается сначала шайба из фольца толщиной 4—5 мм, а затем металлическая (латунная) шайба толщиной 1,5—2 мм. Если при навивке на собственный диаметр струна не ломается, значит она обладает достаточной пластичностью.

Крепление жильных струн производится с помощью узла на арфе (рис. 38) или с помощью петли на других инструментах (гитаре, балалайке). От качества закрепления шарика, изготовления петли зависит удобство настройки инструмента и его способность «держаться» строй.

Глава IV

ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЩИПКОВЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Конструкций щипковых музыкальных инструментов создавались в течение продолжительного времени опытными мастерами.

Известные русские мастера С. И. Налимов, И. И. Галинис, И. Я. Краснощеков, С. И. Соцкий и другие создали превосходные инструменты — гитары, балалайки, домры лишь благодаря своему опыту.

Какого-либо теоретического расчета обоснования выбора размеров корпуса, формы и расположения пружин, толщины деки и т. п. не существует. Имеется лишь теоретический расчет мензуры и разбивки ладов.

В последние годы были проведены научно-исследовательские работы, которые в какой-то степени экспериментально обосновали размеры, форму и расположение пружин на деке некоторых щипковых инструментов (балалайки-прима и домры-прима), а также работы, связанные со струнной одеждой.

МЕНзуРА, ЕЕ ВЫБОР И РАСЧЕТ

Отправным пунктом при проектировании щипковых музыкальных инструментов является расчет мензуры. В мензуру входят величины, характеризующие струнную одежду: длина рабочей части струн, количество струн, диаметр струн, диаметр навивки у обвитых струн, натяжение струн, напряжение в материале струн и расстояние между струнами.

Длина рабочей части струн. Основанием для выбора длины рабочей части струн, натяжения струн, расстояний между ними служат соображения музыкантов-исполнителей. От этих данных зависит исполнительская техника игры, т. е. по существу удобство игры, постановка руки исполнителя.

Многолетней практикой установлены следующие длины рабочей части струн щипковых музыкальных инструментов (табл. 17).

Таблица 17

Наименование инструмента	Длина рабочей части струн в мм
Гитары	485, 540—560, 610—620, 650
Балалайка-прима	435—450
Мандолины	335—350
Домры трехструнные:	
пикколо	260—280
прима	385—400
альт	490—505
тенор	575—585
бас	685—715
Домры четырехструнные:	
пикколо	265—275
прима	350—360
альт	400—425
тенор	470—480
бас	600—630
контрабас	990—1000
Балалайки оркестровые:	
секунда	475—490
альт	490—535
бас	750—780
контрабас	1100—1180

В арфе выбор длины рабочей части струн при заданных диаметрах сводится к выбору правильного закона измерения длины струн (скоростей распространения колебаний в струнах) при переходе от дискантовых к басовым, позволяющего получить гармоничное и продолжительное звучание инструмента. Длина крайних дискантовых струн определяется максимально допустимой скоростью распространения колебаний (максимально допустимым напряжением). Длина крайней басовой струны D определяет высоту инструмента. Изменение длины струн в арфе происходит по плавной кривой.

Выбрав таким образом длину рабочей части струн, практически определяют остальные основные размеры инструмента: длину и ширину грифа, длину, ширину и высоту корпуса.

Натяжение струн. Как было установлено, сила звука со стороны струн, а также удобство игры зависят от натяжения струн, их длины и диаметра. К натяжению струн предъявляются следующие требования:

1. Для получения инструментом ровного звучания необходимо, чтобы натяжение отдельных струн менялось по плавной кривой.

2. Струны должны иметь такое натяжение, которое обеспечивало бы громкость и длительность их звучания; при большом натяжении звук струны становится более сильным, но вместе с тем

более коротким и тупым. Наоборот, при слабом натяжении звук становится длительным, «певчим», но слабым по силе. Поэтому музыканты-исполнители при выборе натяжения струн должны выбрать такое оптимальное натяжение, которое в той или иной мере удовлетворяло бы этому требованию.

3. Натяжение струн должно обеспечить удобство игры на инструменте. Большое натяжение струн дает ощущение их «жесткости» при игре, а недостаточное натяжение — слабое звучание.

Осязаемая пальцами жесткость струны определяется той силой, которую нужно приложить к струне, чтобы отвести ее на некоторое расстояние от нейтрального положения. Чем больше эта сила, тем струна жестче.

Московская экспериментальная фабрика щипковых инструментов научно-исследовательской работой по струнам установила характеристику жесткости струны коэффициентом «жесткости» b .

Для гладких струн

$$b = \frac{P}{l} \quad (7)$$

Для металлических обвитых струн «жесткость» струны определяется главным образом диаметром ядра.

Жесткость струны довольно резко возрастает с увеличением диаметра ядра, так как она пропорциональна четвертой степени диаметра:

$$EI = E \frac{\pi d^4}{64}, \quad (8)$$

где:

- EI — «жесткость» струны;
- E — модуль упругости в кг/см^2 ;
- d — диаметр струны в см .

Натяжение струн определяется по следующим формулам для гладких струн

$$P = \frac{f^2 l^2 \pi d^2 \rho}{g}, \quad (9)$$

для обвитых струн

$$P = \frac{f^2 l^2 \pi}{g} [d^2 \rho + \pi d_1 \rho_1 (d + d_1)], \quad (10)$$

где:

- P — натяжение струны в g ;
- f — частота колебаний струны в g ;
- l — длина рабочей части струны в см ;
- d — диаметр ядра в см ;
- d_1 — диаметр навивки в см ;
- ρ — плотность ядра в $g/\text{см}^3$;
- ρ_1 — плотность навивки в $g/\text{см}^3$;
- g — ускорение силы тяжести, равное 981 см/сек^2 .

В качестве примера приведем расчет натяжений струн для семиструнной гитары с длиной рабочей части струн 650 мм :

$$\text{для 1-й струны } P = \frac{293,6^2 \cdot 65^2 \cdot 3,14 \cdot 0,03^2 \cdot 7,9}{981 \cdot 1000} = 8,2 \text{ кг};$$

$$\text{для 2-й струны } P = \frac{246,92^2 \cdot 65^2 \cdot 3,14 \cdot 0,04^2 \cdot 7,9}{981 \cdot 1000} = 10,4 \text{ кг};$$

$$\text{для 3-й струны } P = \frac{195,96^2 \cdot 65^2 \cdot 3,14}{981 \cdot 1000} [0,035^2 \cdot 7,9 + 3,14 \cdot 0,012 \cdot 8,9 (0,035 + 0,012)] = 11,8 \text{ кг};$$

$$\text{для 4-й струны } P = \frac{146,8^2 \cdot 65^2 \cdot 3,14}{981 \cdot 1000} [0,04^2 \cdot 7,9 + 3,14 \cdot 0,020 \cdot 8,9 (0,04 + 0,02)] = 13,4 \text{ кг};$$

$$\text{для 5-й струны } P = \frac{123,46^2 \cdot 65^2 \cdot 3,14}{981 \cdot 1000} [0,04^2 \cdot 7,9 + 3,14 \cdot 0,028 \cdot 8,9 (0,04 + 0,028)] = 14 \text{ кг};$$

$$\text{для 6-й струны } P = \frac{97,98^2 \cdot 65^2 \cdot 3,14}{981 \cdot 1000} [0,05^2 \cdot 7,9 + 3,14 \cdot 0,038 \cdot 8,9 (0,05 + 0,038)] = 13,3 \text{ кг};$$

$$\text{для 7-й струны } P = \frac{73,4 \cdot 65^2 \cdot 3,14}{981 \cdot 1000} [0,05^2 \cdot 7,8 + 3,14 \cdot 0,05 \cdot 8,9 (0,05 + 0,05)] = 12,3 \text{ кг}.$$

На рис. 39 представлена диаграмма натяжения струн для этой гитары. Кривая натяжения до 5-й струны идет плавно вверх, после чего плавно снижается. Такой же характер кривой можно наблюдать и в других гитарах. Постоянство характера кривых можно усмотреть и для других групп инструментов.

Напряжение в струнах. Зная натяжение струн, можно определить напряжение в струнах по формуле:

$$\sigma = \frac{P}{S} \text{ кг/мм}^2, \quad (11)$$

где S — площадь поперечного сечения струн в мм^2 .

Без учета напряжения можно выбрать такую длину рабочей части струны, при которой струны не в состоянии будут выдерживать необходимого для данного строя натяжения. Поэтому к напряжению предъявляются два основных требования:

1. Напряжение в струне должно быть небольшим по сравнению с временным сопротивлением разрыву. Надо иметь в виду, что в струне появляются дополнительные напряжения.

В общей сложности дополнительное напряжение составляет 7—10% от основного. Поэтому при расчете следует принимать

напряжение порядка 75% от временного сопротивления разрыву.

2. Для получения наиболее чистого звучания струны, для уменьшения негармоничности обертонов необходимо иметь по возможности большее напряжение.

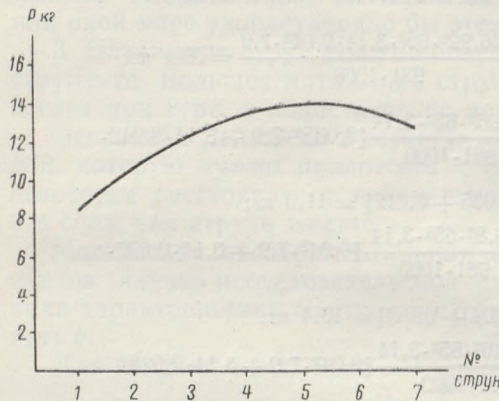


Рис. 39. Диаграмма натяжения струн гитары

Выполнение первого требования имеет важное значение для жильных струн, прочность и долговечность которых значительно уступают металлическим (рис. 40). Как видно из графика, напряжение в жильных струнах возрастает от струн низкого регистра к струнам высокого регистра. Минимальное значение напряжения равно примерно 7 кг/мм^2 , максимальное — $25,7 \text{ кг/мм}^2$.

Отсюда следует, что наименьшим запасом прочности обладают струны верхнего регистра I и II октав, вследствие чего они являются менее долговечными. Поэтому арфные струны I и II октав изготавливаются двойной длины.

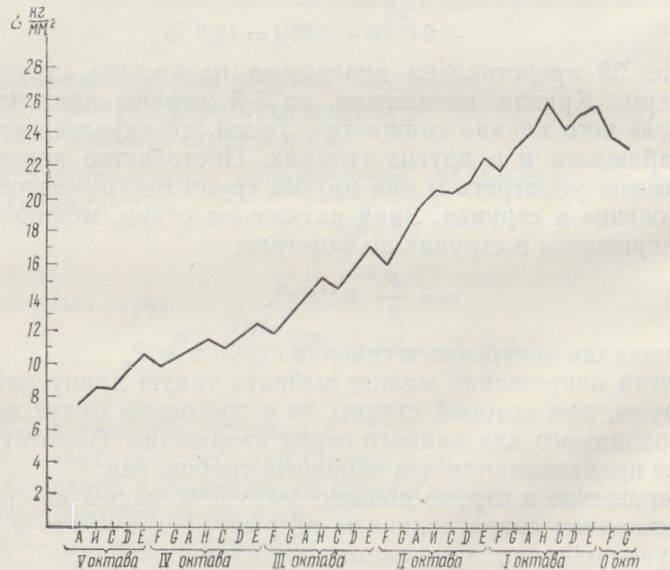


Рис. 40. График изменения напряжений в жильных струнах арфы

Диаметры струн. Качество инструмента, его звучание и удобство игры на нем находятся в прямой зависимости от диаметров струн.

Диаметр гладких струн определяется по формуле

$$d = \frac{1}{fl} \sqrt{\frac{Pg}{\pi\rho}} \quad (12)$$

Диаметры керна и навивки в обвитых струнах могут быть найдены путем подбора, но это очень сложно, лучше решить эту задачу иначе.

Обозначим $\frac{d_1}{d} = k$,

откуда

$$d_1 = kd, \quad (13)$$

где:

d — диаметр керна;
 d_1 — диаметр навивки.

Постоянную величину для каждой струны в формулах (9), (10) обозначим через A .

$$A = \frac{f^2 l^2 \pi}{g},$$

тогда формула натяжения (9) примет вид:

$$P = A [d^2 \rho + \pi k d \rho_1 (d + kd)] = Ad^2 [\rho + \pi k \rho_1 (1 + k)],$$

откуда

$$d = \sqrt{\frac{P}{A [\rho + \pi k \rho_1 (1 + k)]}} \quad (14)$$

Таким образом, отыскание d и d_1 сводится в формуле (13) к решению уравнения (14) с одним неизвестным при условии принятия определенной величины k по обе стороны от ожидаемого значения.

Это дает возможность построить для каждой струны номограмму (рис. 41). На оси абсцисс откладывается ряд значений k , на оси ординат откладываются значения диаметров керна и навивки. Далее, для рассматриваемой струны по значению $P_{\text{ср}}$ и различным значениям k из уравнений (13) и (14) определяются значения d и d_1 . По этим точкам строятся кривые функциональной зависимости величин d и d_1 от величины k при постоянном (заданном) натяжении струн.

Построенные номограммы дают возможность сразу определить варианты сочетаний диаметров керна и навивки установленного оптимального натяжения.

Номограммы позволяют задаться одним из диаметров (например выбрать d по ГОСТ или d_1 по наличию) и определить необходимый для этого диаметр керна или навивки струны.

Естественно, что выбор оптимального сочетания диаметров производится с учетом расчетного напряжения керна, значения которого откладываются на нижней абсциссе номограммы.

Для примера построим номограмму для третьей струны гитары с длиной рабочей части струны 650 мм, у которой натяжение P равно 11,8 кг.

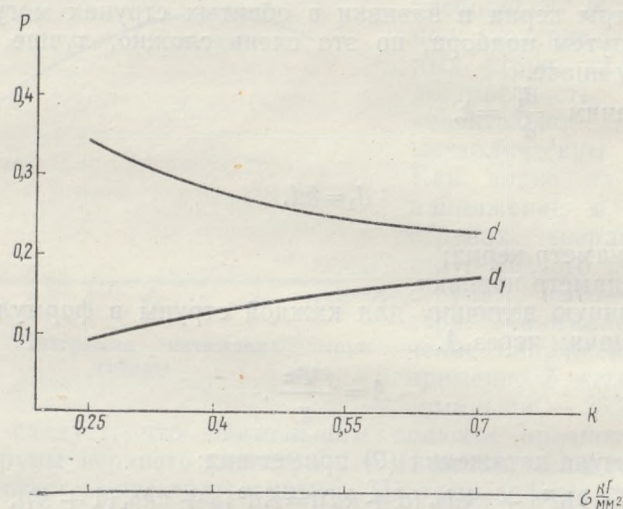


Рис. 41. Номограмма определения диаметров керна и наливки

При k равном 0,25

$$d = \sqrt{\frac{11,8}{A \cdot 7,9 + 3,14 \cdot 0,25 \cdot 8,9(1 + 0,25)}}$$

$$A = \frac{195,96^2 \cdot 65^2 \cdot 3,14}{981 \cdot 1000} = 519,$$

$$d = \sqrt{\frac{11,8}{519 \cdot 16,65}} = \frac{3,43}{93} = 0,037 \text{ см} = 0,37 \text{ мм},$$

тогда

$$d_1 = 0,25 \cdot 0,37 = 0,0925 \text{ мм}.$$

При k равном 0,4 находим

$$d = \frac{3,43}{\sqrt{519 \cdot 23,55}} = \frac{3,43}{110,7} = 0,31 \text{ мм},$$

$$d_1 = 0,4 \cdot 0,31 = 0,124 \text{ мм}.$$

Наименование инструмента и длина рабочей части струны	Порядковый номер струны	Тон	Длина струны	Частота	Диаметр в мм		Натяжение струны в кг	Напряжение в струне в кг/мм ²
					керна	наливки		
Гитара $L=650$ мм (семи-струнная)	1	d_1	795	293,6	0,30	—	8,2	116
	2	h	845	246,92	0,40	—	10,4	83,5
	3	g	875	195,96	0,35	0,12	11,8	122,5
	4	d	875	146,8	0,40	0,20	13,4	106,5
	5	H	845	123,46	0,40	0,28	14,0	111,5
	6	G	845	97,98	0,45—0,50	0,38	13,3	67,5
	7	D	795	73,4	0,45—0,50	0,50	12,3	62,5
Гитара $L=650$ мм (шести-струнная)	1	e_1	795	329,6	0,28	—	9,0	145
	2	h	845	246,92	0,40	—	10,4	83,5
	3	g	875	195,96	0,35	0,12	11,8	122,5
	4	d	875	146,8	0,40	0,20	13,4	106,5
	5	A	845	110	0,45	0,38	13,4	93
	6	E	795	82,4	0,45	0,45	11,9	60
Гитара $L=610$ мм	1	d_1	745	293,6	0,30	—	7,2	102
	2	h	785	246,92	0,40	—	9,2	72,5
	3	g	820	195,96	0,35	0,12	10,4	108,5
	4	d	820	146,8	0,40	0,20	11,9	94,5
	5	H	785	123,46	0,40	0,28	12,4	98,5
	6	G	760	97,98	0,45—0,50	0,38	11,7	60
	7	D	735	73,4	0,45—0,50	0,50	10,8	55
Гитара $L=585$ мм	1	f_1	745	349,2	0,30	—	8,5	120
	2	d_1	785	293,6	0,40	—	11,8	94
	3	b	820	233,08	0,35	0,12	13,5	140
	4	f	820	174,6	0,40	0,20	15,3	121,5
	5	d	785	146,8	0,40	0,28	15,4	122,5
	6	B	760	116,54	0,45—0,50	0,38	16,8	85,5
	7	F	735	87,3	0,45—0,50	0,50	13,2	67
Гитара $L=540$ мм	1	g'	675	391,92	0,25	—	7,1	145
	2	e'	715	329,6	0,30	—	7,2	102
	3	c'	740	261,6	0,30	0,11	12,5	177
	4	g	740	195,96	0,30	0,17	10,5	148
	5	e	715	164,8	0,40	0,17	10,0	80
	6	c	715	130,8	0,40	0,28	10,5	83,5
	7	G	675	97,38	0,45—0,50	0,38	10,1	51,5
Балалайка-прима $L=435$ мм	1	a'	700	440	0,25—0,30	—	8,3	117
	2—3	$e'-e'$	720	329,6	0,35—0,40	—	8,3	81
Балалайка-секунда $L=475$ мм	1	d'	730	293,6	0,30	0,11	11,9	169
	2—3	$a-a$	790	220	0,35	0,18	13,5	140,5
Балалайка-альт $L=535$ мм	1	a	790	220	0,30	0,17	13,0	184
	2—3	$e-e$	840	164,8	0,35	0,26	13,4	139,5
Балалайка-бас $L=760$ мм	1	d	1110	146,8	0,40	0,22	21,5	171
	2	A	1150	110,0	0,40	0,40	23	183
	3	E	1180	82,4	0,45—0,50	0,60	23,5	120
Балалайка-контрабас $L=1100$ мм	1	D	1580	73,4	0,50	0,5	33,3	170
	2	A'	1640	55,0	0,60	0,70	31,5	111
	3	E'	1660	41,2	0,70	0,95	31,3	81,5
Мандолины плоские, полуовальные $L=350$ мм	1—2	e^2	625	659,2	0,25	—	9,0	180
	3—4	a'	670	440,0	0,40	—	8,8	70
	5—6	d'	670	293,6	0,30	0,17	11,0	156
	7—8	g	610	195,96	0,40	0,28	10,4	83
Мандолины овальные $L=350$ мм	1—2	e^2	600	659,2	0,25	—	9,0	180
	3—4	a'	645	440,0	0,40	—	8,8	70
	5—6	d'	655	293,6	0,30	0,17	11,0	156
	7—8	g	655	195,96	0,40	0,28	10,4	83

Наименование инструмента и длина рабочей части струны	Порядковый номер струны	Тон	Длина струны	Частота	Диаметр в мм		Напряжение струны в кг	Напряжение в струне в кг/мм ²
					керна	навивки		
Мандолина-мандола L=425 мм	1	e ¹	760	329,6	0,30	0,11	12,4	175
	2	a	810	220,0	0,35	0,22	12,6	131
	3	d	810	146,8	0,50	0,45	14,8	75,5
	4	G	750	97,98	0,60	0,70	15,8	56
Мандолина-люта L=555 мм	1	a	950	220	0,35	0,11	11,3	118
	2	d	1000	146,8	0,40	0,24	11,7	93
	3	G	1000	97,98	0,50	0,50	15,0	76,5
	4	C	950	65,4	0,60	0,85	26,4	93
Мандолина-контрабас L=1000 мм	1	G	1510	97,98	0,40	0,30	21,8	174
	2	D	1560	73,4	0,50	0,50	27,4	139
	3	A ₁	1560	55,0	0,60	0,70	27,5	97,5
	4	E ₁	1510	41,2	0,70	0,80	20,5	54
Домра-пикколо трехструнная L=283 мм	1	a ²	450	880	0,25	—	9,8	200
	2	e ²	490	659,2	0,35	—	10,7	111
	3	h ¹	510	493,84	0,30	0,10	11,4	161,5
Домра-прима трехструнная L=400 мм	1	d ²	600	587,2	0,30	—	12,5	177
	2	a ¹	640	440,0	0,40	—	12,5	100
	3	e ¹	670	329,6	0,30	0,13	12,6	178
Домра-альт трехструнная L=505 мм	1	d ¹	750	299,6	0,35	0,10	15,6	162
	2	a	780	220,0	0,35	0,20	15,9	165,5
	3	e	810	164,8	0,35	0,35	16,9	176
Домра-тенор трехструнная L=585 мм	1	a	850	220,0	0,40	0,15	19	151
	2	e	890	164,8	0,40	0,28	19,5	155
	3	H	920	123,46	0,50	0,50	26,6	135
Домра-бас трехструнная L=715 мм	1	d	1020	146,8	0,40	0,24	19,4	154
	2	A	1090	110,0	0,40	0,40	17,6	140
	3	E	1110	82,4	0,50	0,60	22,5	114
Домра-пикколо четырехструнная L=274 мм	1	a ²	500	880	0,25	—	9,2	187
	2	d ²	500	587,2	0,40	—	10,6	84,5
	3	g ¹	500	391,92	0,30	0,17	10,8	152
	4	c ¹	500	291,6	0,40	0,24	11,3	90
Домра-прима четырехструнная L=350 мм	1	e ²	630	659,2	0,30	—	12,1	171
	2	a ¹	630	440,0	0,40	—	9,6	76
	3	d ¹	630	293,6	0,35	0,17	11,6	120
	4	g	630	195,96	0,40	0,35	13,0	103,5
Домра-альт четырехструнная L=420 мм	1	a ₁	730	440,0	0,40	—	13,8	110
	2	d ₁	730	293,6	0,35	0,17	16,7	174
	3	g	730	195,96	0,50	0,35	22,2	113
	4	c	730	130,8	0,60	0,60	22,1	78
Домра-тенор четырехструнная L=474 мм	1	e ₁	800	329,6	0,35	0,11	18,5	192
	2	a	800	220,0	0,35	0,24	17,2	179
	3	d	800	146,8	0,60	0,40	21,8	77
	4	G	800	97,98	0,60	0,60	15,9	50
Домра-бас четырехструнная L=630 мм	1	a	960	220,0	0,35	0,17	21,2	220
	2	d	960	146,8	0,50	0,28	22,1	113
	3	G	960	96,98	0,50	0,60	24,8	126
	4	C	960	65,4	0,60	0,80	18,5	65,5
Домра-контрабас четырехструнная L=990 мм	1	G	1560	97,98	0,50	0,28	24,1	122,5
	2	D	1560	73,4	0,60	0,70	48	170
	3	A ₁	1560	55,0	0,70	0,90	42	109
	4	E ₁	1560	41,2	1,0	1,2	46,5	59

Порядковый номер струны	Номер октавы	Тон	Торговый номер	Длина рабочей части струны в бемолах	Частота в гц	Диаметр в мм		Напряжение в кг	Напряжение в кг/мм ²
						керна	навивки		
Металлические струны									
1	VII	D	44	1503	34,64	1,6	0,5	41	20,4
2	VII	E	43	1475	38,89	1,5	0,5	40	22,6
3	VI	F	42	1445,5	41,2	1,4	0,45	47	30,5
4	VI	G	41	1417	46,24	1,3	0,45	49	36,5
5	VI	A	40	1386,5	51,91	1,2	0,45	53	47
6	VI	H	39	1354,5	58,27	1,04	0,27	45	53
7	VI	C	38	1321,5	61,73	0,9	0,26	45	69
8	VI	D	37	1287	69,28	0,85	0,24	47	84,5
9	VI	E	36	1250,5	77,28	0,8	0,24	46	91,5
10	V	F	35	1212	82,4	0,7	0,17	40	103
11	V	G	34	1168	92,48	0,65	0,17	42	106,5
Жилые струны									
1	V	A	33	1123,5	103,82	2,18	±0,03	30,6	7,44
2	V	H	32	1072,5	116,54	2,08	»	30,6	8,46
3	V	C	31	1016,5	123,46	1,98	»	28,2	8,5
4	V	D	30	952,4	138,56	1,88	»	27,8	9,45
5	V	E	29	886,5	155,56	1,78	»	27,5	10,4
6	IV	F	28	818,5	164,8	1,69	±0,02	24,6	9,8
7	IV	G	27	750	184,96	1,62	»	23,5	10,3
8	IV	A	26	685	207,64	1,54	»	22,7	10,8
9	IV	H	25	628	233,08	1,47	»	21	11,5
10	IV	C	24	577	246,92	1,4	»	18,5	10,9
11	IV	D	23	531	277,12	1,34	»	17,8	11,7
12	IV	E	22	489	311,12	1,28	»	17,2	12,3
13	III	F	21	451	329,6	1,22	»	15,2	11,8
14	III	G	20	416	369,92	1,16	»	14,7	12,8
15	III	A	19	386	415,28	1,11	»	14,4	14,1
16	III	H	18	357,5	466,16	1,06	»	13,9	15,1
17	III	C	17	330	493,84	1,02	±0,01	12,4	14,6
18	III	D	16	306	554,24	0,98	»	11,9	15,7
19	III	E	15	282	622,24	0,94	»	11,5	17,0
20	II	F	14	260	659,2	0,91	»	10,2	15,8
21	II	G	13	243	739,84	0,88	»	10	17,6
22	II	A	12	225	830,56	0,84	»	9,6	19,3
23	II	H	11	207,5	932,32	0,81	»	9,1	20,5
24	II	C	10	192	987,68	0,77	»	8,3	20,4
25	II	D	9	178	1108,48	0,74	»	7,9	21,0
26	II	E	8	163,5	1244,48	0,71	»	7,5	22,5
27	I	F	7	151	1318,40	0,68	»	6,75	21,7
28	I	G	6	138,5	1479,68	0,65	»	6,5	23,1
29	I	A	5	127	1661,12	0,62	»	6,1	24,0
30	I	H	4	116,5	1864,64	0,59	»	5,7	25,7
31	I	C	3	107	1975,36	0,57	»	5,1	24,1
32	I	D	2	98	2216,96	0,54	»	4,7	25,1
33	I	E	1	89	2488,96	0,52	»	4,5	25,6
34	0	F	0	79,5	2636,8	0,50	»	3,9	23,5
35	0	G	0	69	3322,24	0,50	»	3,7	22,8

При k равном 0,55

$$d = \frac{3,43}{\sqrt{519 \cdot 31,7}} = \frac{3,43}{128,2} = 0,267 \text{ мм.}$$

$$d_1 = 0,55 \cdot 0,267 = 0,147 \text{ мм.}$$

По найденным точкам строится номограмма.

Напряжения в керне определяются по формуле:

$$\sigma = \frac{P}{S} \text{ кг/мм}^2,$$

где S — площадь поперечного сечения керна.

Расстояния между струнами определяются исходя из удобств игры и максимальной амплитуды колебаний соседних струн.

Все данные расчета мензуры для щипковых инструментов (гитары, мандолины, балалайки и домры) сводятся в табл. 18.

Расчет мензуры для арфы С-8 дается в табл. 19.

РАЗБИВКА ЛАДОВ

Под разбивкой ладов следует понимать определение расстояний между ладовыми пластинами на грифе инструмента при заданной длине рабочей части струны. Правильность строя инструмента во всех регистрах зависит от того, насколько правильно определены эти расстояния. Существует теоретический и графический способы определения расстояний между ладовыми пластинами.

Разбивка ладов основана на двенадцатиступенном равномерно темперированном строе. В этом строе октава состоит из 12 равных полутонов с равными интервалами между ними. Темперация означает выравнивание интервальных отношений между ступенями звукового ряда. Следовательно, если интервалы между полутонами равны, то отношения двух соседних тонов всегда одинаковы, т. е. каждый последующий тон получается из предыдущего умножением на одно и то же отношение. Если возвести это отношение (обозначим его буквой n) в двенадцатую степень, то получится верхний тон октавы, т. е. отношение 2:1

$$n^{12} = 2,$$

откуда

$$n = \sqrt[12]{2} = 1,05946.$$

Следовательно, зная интервальный коэффициент, равный $\sqrt[12]{2} = 1,05946$, можно легко построить все 12 ступеней звукового музыкального ряда.

Для определения расстояний между ладовыми пластинами теоретическим способом пользуются законом обратной

пропорциональности между частотой и длиной рабочей части струны при постоянном ее диаметре и натяжении

$$\frac{N_0}{N_x} = \frac{l_x}{l_0}, \quad (15)$$

где:

N_0 — частота колебаний открытой струны в $гц$;

N_x — частота колебаний укороченной (прижатой) струны в $гц$;

l_0 — длина рабочей части открытой струны в $см$;

l_x — длина рабочей части укороченной струны в $см$;

x — порядковый номер ладовой пластины.

Частоту каждого последующего тона находят, как было уже сказано, умножая частоту предыдущего тона на $\sqrt[12]{2} = 1,05846$.

Таким образом, можно вычислить теоретическую частоту колебаний струны, укороченной последовательно для всех ладов, по формуле

$$\frac{N_x}{N_0} = \sqrt[12]{2^x},$$

откуда

$$N_x = N_0 \sqrt[12]{2^x}. \quad (16)$$

За исходную величину для вычисления частот колебаний струны по всему диапазону звукоряда принимается тон $ля$ первой октавы, частота которой равна 440 $гц$, принятый как всеобщий стандарт высоты строя музыкальных инструментов по ОСТ 7710.

Приведем пример разбивки ладов для гитары с длиной рабочей части струны 650 $мм$.

Из табл. 18 находим:

Частота колебаний открытой струны $ре$ $N_0 = 293,6$ $гц$, укороченной струны для 1-го лада $N_1 = 311,12$ $гц$.

Из соотношения $\frac{N_0}{N_x} = \frac{l_x}{l_0} = \sqrt[12]{2}$ находим длину рабочей части укороченной струны для 1-го лада:

$$l_1 = \frac{l_0}{\sqrt[12]{2}} = \frac{650}{1,05946} = 613,5 \text{ мм.}$$

Расстояние от порожка до 1-й ладовой пластины определяется разностью $650 - 613,5 = 36,5$ $мм$.

Точно так же определяется длина рабочей части укороченной струны для 2-го лада:

$$l_2 = \frac{613,5}{1,05946} = 579 \text{ мм.}$$

Расстояние от 1-й до 2-й ладовой пластины определяется разностью $613,5 - 579 = 34,5$ $мм$.

$$l_3 = \frac{579}{1,05946} = 546,5 \text{ мм.}$$

Расстояние от 2-й до 3-й ладовой пластины определяется разностью $579 - 546,5 = 32,5$ $мм$.

Поступая таким образом и далее, можно определить расстояния между всеми ладовыми пластинами. Сумма расстояний от порожка до 12-й ладовой пластины включительно должна быть равной половине длины рабочей части струны, а по частоте

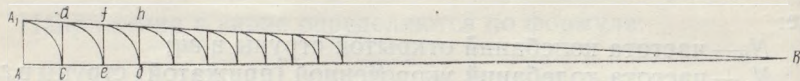


Рис. 42. Номограмма для разбивки ладов

должна дать октаву. В этом состоит контроль проверки правильности разбивки ладов.

Графический способ разбивки ладов заключается в следующем:

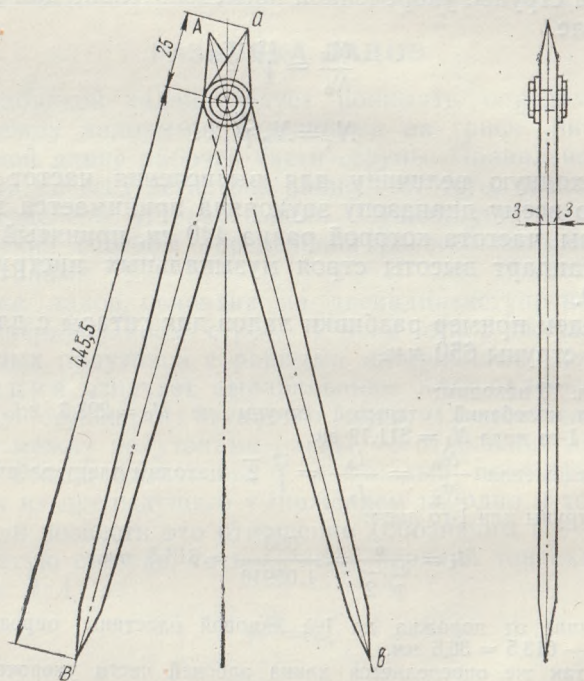


Рис. 43. Циркуль для разбивки ладов

откладываем прямую AB (рис. 42), длина которой составляет длину рабочей части струны. Из точки A восстанавливаем перпендикуляр AA_1 , равный расстоянию от порожка до первого лада. Точку A_1 соединяем с точкой B . На прямой AB откладываем отрезок $Ac=AA_1$. Восстановленный из точки c перпендикуляр cd дает нам расстояние между 1-м и 2-м ладом.

Отложив отрезок $ce=cd$, восстановим из точки e перпендикуляр ef , который дает нам расстояние между 2-м и 3-м ладом.

Таким же образом получаем расстояния и для остальных ладов. Указанный способ разбивки ладов требует большой точности построения.

Кроме двух указанных способов, разбивка ладов на грифе инструмента может быть осуществлена с помощью пропорционального циркуля (рис. 43), у которого

$$\frac{Aa}{Bb} = \frac{l}{L} = \frac{1}{17,9} \text{ мм.}$$

Когда расстояние между ножками Bb равно L — длине рабочей части струны, то Aa будет равно l_1 — длине от порожка до 1-й ладовой пластины. Если дальше уменьшить раствор циркуля до $L-l_1$ — расстояния от 1-й ладовой пластины до подставки, то Aa будет равно l_2 — расстоянию от 1-й до 2-й ладовой пластины. Уменьшая дальше раствор циркуля Bb на величину предыдущего лада, мы получаем длину Aa , равную длине следующего.

Разбивка ладов для некоторых щипковых музыкальных инструментов дана в табл. 20.

Таблица 20

Номер ладов	Гитара, $L=650 \text{ мм}$	Гитара, $L=610 \text{ мм}$	Балалайка, $L=435 \text{ мм}$	Мандолина, $L=350 \text{ мм}$
1	36,5	34,2	24,4	19,6
2	34,5	32,3	23	18,6
3	32,5	30,5	21,8	17,5
4	30,7	28,8	20,5	16,5
5	28,8	27,2	19,4	15,6
6	27,3	25,6	18,3	14,7
7	25,8	24,2	17,2	13,9
8	24,4	22,9	16,3	13,1
9	23	21,6	15,4	12,4
10	21,7	20,4	14,5	11,7
11	20,5	19,2	13,7	11,0
12	19,3	18,1	13,0	10,4
13	18,3	17,1	12,2	9,8
14	17,2	16,1	11,5	9,3
15	16,3	15,3	10,9	8,8
16	15,3	14,4	10,2	8,3
17	14,5	13,6	9,7	7,8
18	13,7	12,8	9,2	7,4
19	12,9	12,1	8,6	6,9
20	12,2	11,4	8,1	6,5
21	11,5	10,8	7,7	6,2
22	10,8	10,2	7,3	5,8
23	10,3	9,6	6,8	5,5
24	9,6	9,0	6,5	5,2

По данным разбивки ладов определяем длину грифа и место торца пятки. Задавшись шириной грифа, исходя из удобств игры, наносят вначале крайние струны, размещая их так, чтобы расстояние до кромки грифа было не менее 3 мм. Так определяются расстояния между крайними струнами на порожке и подставке. Разделив это расстояние на число промежутков (количество струн минус единица), находим расстояния между струнами, которые и наносим на чертеж. После этого наносим другие элементы грифа, размеры корпуса, расположение пружин и т. д. с учетом имеющихся лучших образцов инструментов, опыта конструкторов в проектировании щипковых музыкальных инструментов, а также достигнутого уровня развития техники и технологии в их производстве.

ПРИМЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ ОТДЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ЩИПКОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

РАСЧЕТ ГРИФА ОВАЛЬНОЙ МАНДОЛИНЫ

Из мензуры щипковых музыкальных инструментов находим общее натяжение всех восьми струн:

$$P_{\text{общ}} = (9 + 8,8 + 11,0 + 10,4) 2 = 78,4 \text{ кг.}$$

Учитывая возможное увеличение натяжения, принимаем для дальнейшего расчета суммарное натяжение $P_{\text{общ}} = 80 \text{ кг.}$

Сечение грифа, принятое нами как параболическое (рис. 44), имеет следующие размеры: ширина грифа у порожка $b_1 = 28 \text{ мм.}$, у 10-го лада $b_2 = 37 \text{ мм.}$; толщина грифа у порожка $h_1 = 20 \text{ мм.}$, у 10-го лада $h_2 = 27 \text{ мм.}$

Учитывая, что наклейка на грифе имеет прорезы для запресовки ладовых пластин с глубиной пропила 2 мм, расчет следует вести на уменьшенную высоту сечения грифа (у порожка $h = 18 \text{ мм}$ и у 10-го лада $h_2 = 25 \text{ мм}$). Длина грифа от порожка до 10-го лада $l = 154 \text{ мм}$. Расстояние от основания до средней линии сечения и от плоскости наклейки до средней линии равно:

$$l_1 = \frac{3}{5} h; \quad l_2 = \frac{2}{5} h.$$

Площадь сечения

$$S = \frac{2}{3} bh.$$

Моменты сопротивления изгибу определяются из выражений:

$$W_1 = \frac{I}{l_1} \text{ см}^3 \text{ и } W_2 = \frac{I}{l_2} \text{ см}^3,$$

где I — момент инерции сечения.

$$I = \frac{8}{175} bh^3.$$

Подставляя значение I и l , получим:

$$W_1 = \frac{8}{105} h^2 \text{ и } W_2 = \frac{4}{35} bh^2.$$

Определение напряжений в грифе у головки. Изгибающий момент $M_1 = P (l_2 + 0,15)$, где 0,15 — расстояние от нижней точки струн до плоскости наклейки

в см:

$$l_2 = \frac{2}{5} h = \frac{2}{5} \cdot 20 = 8 \text{ мм.}$$

$$l_1 = \frac{3}{5} h = \frac{3}{5} \cdot 20 = 12 \text{ мм.}$$

$$M_1 = 80 (0,8 + 0,15) = 76 \text{ кг/см.}$$

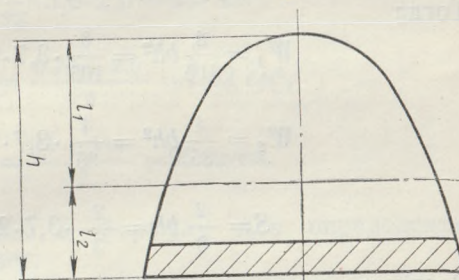


Рис. 44. Сечение грифа

Предполагаем, что гриф изгибается моментом M_1 и сжимающей силой P .

Подставляя найденные значения в формулы, получаем:

$$W_1 = \frac{8}{105} bh^2 = \frac{8}{105} \cdot 2,8 \cdot 1,8^2 = 0,69 \text{ см}^3,$$

$$W_2 = \frac{4}{35} bh^2 = \frac{4}{35} \cdot 2,8 \cdot 1,8^2 = 1,04 \text{ см}^3,$$

$$S = \frac{2}{3} bh = \frac{2}{3} \cdot 2,8 \cdot 1,8 = 3,4 \text{ см}^2.$$

Растягивающее напряжение от изгибающего момента M_1

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_1} = \frac{76}{0,69} = 110 \text{ кг/см}^2.$$

Сжимающее напряжение от сжатия силой $P = 80 \text{ кг}$

$$\sigma_2 = \frac{P}{S} = \frac{80}{3,4} = 23,5 \text{ кг/см}^2.$$

Тогда суммарное напряжение в крайнем волокне

$$\sigma_1 = 110 - 23,5 = 86,5 \text{ кг/см}^2.$$

Сжимающее напряжение от изгибающего момента M

$$\sigma_3 = \frac{M_1}{W_2} = \frac{76}{1,04} = 73 \text{ кг/см}^2.$$

Суммарное напряжение от сжатия в крайнем волокне

$$\sigma_{11} = 73 + 23,5 = 96,5 \text{ кг/см}^2.$$

Определение напряжений в грифе у 10-го лада. Изгибающий момент $M_2 = P(l_2 + 0,35)$, где 0,35 — расстояние от нижней точки струн до плоскости наклейки в см.

$$l_2 = \frac{2}{5}h = \frac{2}{5} \cdot 27 = 10,8 \text{ мм}; \quad l_1 = \frac{3}{5}h = \frac{3}{5} \cdot 27 = 16,2 \text{ мм};$$

$$M_2 = 80 \cdot (1,08 + 0,35) = 114 \text{ кг/см}.$$

Тогда

$$W_1 = \frac{8}{105}bh^2 = \frac{8}{105} \cdot 3,7 \cdot 2,5^2 = 1,76 \text{ см}^3,$$

$$W_2 = \frac{4}{35}bh^2 = \frac{4}{35} \cdot 3,7 \cdot 2,5^2 = 2,64 \text{ см}^3,$$

$$S = \frac{2}{3}bh = \frac{2}{3} \cdot 3,7 \cdot 2,5 = 6,15 \text{ см}^2.$$

Растягивающее напряжение от изгибающего момента M_2

$$\sigma_1 = \frac{M_2}{W_1} = \frac{114}{1,76} = 65 \text{ кг/см}^2.$$

Сжимающее напряжение

$$\sigma_2 = \frac{P}{S} = \frac{80}{6,15} = 13 \text{ кг/см}^2.$$

Суммарное напряжение в крайнем волокне

$$\sigma_1 = 65 - 13 = 52 \text{ кг/см}^2.$$

Сжимающее напряжение от изгибающего момента M_2

$$\sigma_3 = \frac{M_2}{W_2} = \frac{114}{2,64} = 43 \text{ кг/см}^2.$$

Суммарное напряжение от сжатия будет:

$$\sigma_{11} = 52 + 43 = 95 \text{ кг/см}^2.$$

Определение прогиба грифа. При определении прогиба грифа овальной мандолины предполагается, что ручка изгибается постоянным круговым моментом, т. е. имеет место круговой изгиб.

Тогда прогиб грифа определится по формуле

$$f = \frac{Ml^2}{2EI},$$

где:

M — изгибающий момент (средний);

l — длина ручки, равная 154 мм;

I — момент инерции;

E — модуль упругости.

Средний модуль упругости для бука равен 140 000 кг/см².

$$I_1 = \frac{8}{175}bh^3 = \frac{8}{175} \cdot 2,8 \cdot 1,8^3 = 0,74 \text{ см}^4,$$

$$I_2 = \frac{8}{175}bh^3 = \frac{7}{175} \cdot 3,6 \cdot 2,5^3 = 2,5 \text{ см}^4,$$

$$I_{\text{средн}} = \frac{I_1 + I_2}{2} = \frac{0,74 + 2,5}{2} = 1,62 \text{ см}^4,$$

$$M_{\text{ср}} = \frac{M_1 + M_2}{2} = \frac{76 + 114}{2} = 95 \text{ кг/см}.$$

Подставляя все эти значения в формулу для определения стрелы прогиба грифа, получим:

$$f = \frac{95 \cdot 15,4^2}{2 \cdot 140\,000 \cdot 1,62} = 0,05 \text{ см} = 0,5 \text{ мм}.$$

Стрела прогиба грифа от изгибающего момента, вызванного натяжением струн, получается порядка 0,5 мм, т. е. не выходит за пределы допустимого, и, следовательно, никакого влияния на чистоту строя не оказывает.

РАСЧЕТ ДЕКИ ОВАЛЬНОЙ МАНДОЛИНЫ

Угол излома струн на подставке равен 13°, тогда давление струн на деку составит:

$$P_{\text{сост}} = P_{\text{общ}} \sin \alpha = 80 \cdot \sin 13^\circ = 80 \cdot 0,22495 = 18 \text{ кг}.$$

Рассчитываем только тот участок деки, который находится под подставкой. Подставка располагается между первой пружиной и кляцом на расстоянии 15 мм от пружины и 120 мм от кляца. Рассчитываем деку как балку, свободно лежащую на двух опорах (рис. 45), где $a = 120$ мм, $b = 15$ мм, $l = 135$ мм

$$M_{\text{max}} = \frac{Pab}{l} = \frac{18 \cdot 120 \cdot 15}{135} = 24 \text{ кг/см}.$$

Сечение балки прямоугольное, поэтому момент инерции $I = \frac{bh^3}{12}$, момент сопротивления $W = \frac{bh^2}{6}$,

$$\sigma_{\text{доп}} = \frac{M_{\text{max}}}{W},$$

откуда

$$M_{\max} = W \sigma_{\text{доп.}}$$

Подставляя значение W в эту формулу, получим

$$M_{\max} = \frac{bh^2}{6} \sigma = 24 \text{ кг/см},$$

откуда

$$h = \sqrt{\frac{24 \cdot 6}{b\sigma}},$$

где:

h — толщина деки в см;

b — длина подставки, равная 12,5 см;

σ — допускаемое напряжение для ели, равное 300 кг/см².

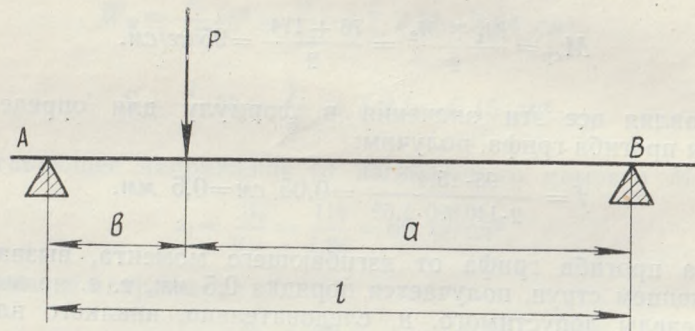


Рис. 45. Действие сил на деку

Подставляя все эти данные в полученное выражение, получим

$$h = \sqrt{\frac{24 \cdot 6}{12,5 \cdot 300}} = 0,2 \text{ см} = 2 \text{ мм}.$$

Таким образом, теоретически толщина деки должна быть равна не менее 2 мм, практически же толщина деки мандолины колеблется в пределах 2—2,5 мм.

РАСЧЕТ ПРУЖИН

Выше было найдено, что вертикальная составляющая давления на деку от натяжения струн составляет 18 кг.

Реакция опор соответственно будет равна:

$$A = \frac{Pa}{l} = \frac{18 \cdot 12}{13,5} = 16 \text{ кг},$$

$$B = 18 - 16 = 2 \text{ кг}.$$

Пружину № 1 рассчитываем для нагрузки 16 кг.

Приравнивая изгибающий момент $M = \frac{P_0 x}{2}$ моменту $M = W \sigma$, получаем

$$\frac{P_0 x}{2} = W \sigma,$$

где $\sigma = 300 \text{ кг/см}^2$ (для ели).

Сечение пружины принимаем трапецидальное (рис. 46) с постоянной средней линией m и постоянным углом наклона боковых граней α , но с переменной высотой h (брус равного сопротивления). В этом случае будем иметь:

$$b = m + h \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad a = m - h \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

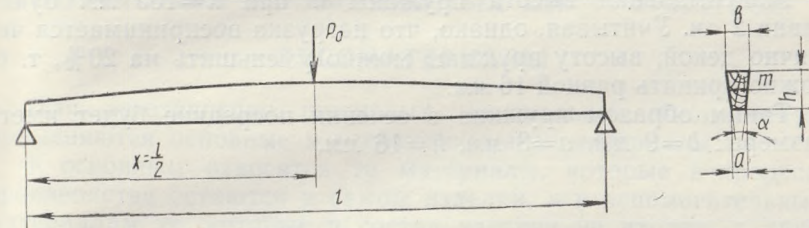


Рис. 46. Действие сил на пружину

Момент сопротивления трапецидального сечения выражается формулой

$$W = \frac{a^2 + 4ab + b^2}{12(a + 2b)} h^2.$$

Подставляя значения a и b , получим:

$$W = \frac{3m^2 - h^2 \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}}{6 \left(3m + h \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right)} h^2 \sigma.$$

Таким образом, расчетное уравнение примет вид:

$$\frac{P_1 x}{2} = \frac{3m^2 - h^2 \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}}{6 \left(3m + h \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right)} h^2 \sigma,$$

откуда

$$x = \frac{m^2 - \frac{1}{3} h^2 \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}}{3m + h \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} h^2 \frac{\sigma}{P_0}.$$

Принимаем $m = 0,6 \text{ см}$, $\alpha = 17^\circ$, т. е. $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 0,15$,

тогда

$$x = \frac{0,3 - \frac{1}{3} 0,0225h^2}{1,8 + 0,15h} \cdot h^2 \frac{300}{18}$$

Определяем максимальную высоту пружин h в середине при $x = \frac{l}{2}$. Если $l = 210$ мм, то $x = 105$ мм.

Подставляя это значение, решаем уравнение относительно h и получаем:

$$18,9 + 1,57h - 5h^2 + 0,125h^3 = 0.$$

Максимальная высота пружины h при $x = 105$ мм будет равна 2 см. Учитывая, однако, что нагрузка воспринимается частично декой, высоту пружины можно уменьшить на 20%, т. е. можно принять равной 16 мм.

Таким образом пружина в сечении посередине будет иметь размеры: $b = 9$ мм, $a = 3$ мм, $h = 16$ мм.

Глава V

МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЩИПКОВЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

ЛЕСОМАТЕРИАЛЫ

Для изготовления щипковых музыкальных инструментов применяются основные и вспомогательные материалы.

К основным относятся те материалы, которые в процессе производства остаются в самом изделии, а к вспомогательным материалам те, которые в состав изделия не входят, а лишь применяются в процессе его изготовления.

К группе основных материалов, применяемых в производстве щипковых музыкальных инструментов, относятся: лесоматериалы, клей, винты, металлические струнодержатели, колковая механика, ладовая проволока, струны, отделочные материалы (лаки, политуры, краски и др.).

Основным сырьем для изготовления щипковых музыкальных инструментов являются доски, заготовки, фанера клееная и облицовочная и шпон.

Для изготовления деталей из твердолиственных пород применяются доски I—II сортов (бук, клен, береза) согласно ГОСТ 2695—56. Их применение обусловливается высокими требованиями к качеству деталей в изделии.

Детали из хвойных пород древесины изготавливаются из досок I—II—III сортов согласно ГОСТ 8486—57. Для изготовления заготовок для дек применяются резонансовые пиломатериалы, сортность которых регламентируется РТУ и РСФСР 680—60. Дно гитар и плоских мандолин изготавливается из клееной фанеры ГОСТ 3916—55, марки ФСФ, сорта А и А¹.

Применение более низких сортов клееной фанеры не дает возможности выкроить заготовки для дна без недопустимых пороков. Обечайки изготавливаются из березового шпона ГОСТ 99—57 и строганой фанеры ГОСТ 2977—71, для этих деталей используется шпон и строганая фанера I—II сортов толщиной 0,55; 0,8; 1; 1,5 мм. Наибольшее применение имеет строганая фанера бука, клена, ореха, красного дерева и полисандра.

ТРЕБОВАНИЯ К ЛЕСОМАТЕРИАЛАМ

На лесоматериалы, применяемые в производстве щипковых музыкальных инструментов, действуют стандарты и технические условия.

К древесине ели, идущей на изготовление резонансовой деки, предъявляются специфические требования в отношении механических свойств, макроструктурных и фаутовых факторов. Проведенные исследования в Научно-исследовательском институте музыкальной промышленности (НИМП) дают возможность сделать определенные заключения по этим требованиям.

Акустические качества резонансовой древесины определяются по формуле

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

где:

C — акустическая константа;

E — модуль упругости в $кг/см^2$;

ρ — плотность древесины в $г/см^3$.

Из этой формулы, предложенной проф. Н. Н. Андреевым, видно, что чем выше модуль упругости и ниже плотность древесины, тем лучше акустическое качество. В абсолютных цифрах величина C для хорошей ели равна 1200.

Лиственные породы, как правило, обладают более высокой плотностью, чем хвойные, и, следовательно, менее благоприятным значением акустической константы.

Ниже приводится таблица сравнительной характеристики плотности, модуля упругости и акустической константы для разных древесных пород (табл. 21).

Ширина годичного слоя. Ширина годичного слоя у ели обычно колеблется от 0,3 до 10 мм. Научно-исследовательским институтом (НИИМП) были проведены исследования влияния ширины годичного слоя на среднюю плотность и модуль упругости. При этом была установлена обратная зависимость между шириной слоя и плотностью (рис. 47), шириной слоя и модулем упругости (рис. 48).

Снижение плотности и модуля упругости с увеличением ширины годичного слоя происходит равномерно, вследствие чего величина акустической константы в пределах ширины слоя от 0,5 — до 4,5 мм почти не изменяется. Неблагоприятное изменение акустической константы наблюдается у древесины шириной слоя от 5 мм и выше, т. е. там, где изменение плотности и модуля упругости теряет свой прямолинейный характер.

Таблица 21

Наименование древесных пород	Влажность, при которой производится испытание, в %			Плотность в $г/см^3$			Модуль упругости в $кг/см^2$			Акустическая константа		
	максимальная	минимальная	средняя	максимальная	минимальная	средняя	максимальная	минимальная	средняя	максимальная	минимальная	средняя
Ель резонансовая	10	0,50	0,42	150 000	70 000	110 000	14 000	950	1200	14 000	950	1200
Пихта кавказская	10	0,55	0,45	160 000	100 000	130 000	14 000	1000	1200	14 000	1000	1200
» сибирская	10	0,45	0,38	70 000	55 000	60 000	1 200	850	1000	1 350	900	1200
Кедр сибирский	10	0,45	0,35	95 000	70 000	80 000	1 350	900	1200	1 350	860	1100
Сосна (отборная)	10	0,65	0,40	210 000	100 000	150 000	1 350	860	1100	1 350	850	1100
Лиственница	12	0,78	0,49	120 000	85 000	100 000	850	430	560	850	430	560
Тисс обыкновенный	12	0,84	0,63	95 000	85 000	92 000	590	400	500	590	400	500
Каштан	10	0,77	0,48	200 000	80 000	140 000	850	650	900	850	650	900
Береза	13	0,85	0,50	180 000	130 000	150 000	800	500	720	800	500	720
Ольха черная	10	0,76	0,59	161 000	83 000	127 000	620	600	650	620	600	650
Ясень	12	0,76	0,61	180 000	110 000	140 000	700	500	600	700	500	600
Қарағач	12	0,80	0,67	180 000	110 000	140 000	700	500	600	700	500	600
Дуб	12	0,76	0,69	161 000	83 000	127 000	620	600	650	620	600	650
Грецкий орех	12	0,76	0,67	161 000	83 000	127 000	620	600	650	620	600	650
Бук	12	0,80	0,70	180 000	110 000	140 000	700	500	600	700	500	600
Клен полевой	10	0,80	0,70	180 000	110 000	140 000	700	500	600	700	500	600
Груша	12	0,67	0,67	110 000	64 000	110 000	64 000	470	580	64 000	470	580
Яблоня	12	0,70	0,70	73 000	73 000	73 000	73 000	460	460	73 000	460	460
Самшит	13	1,00	1,00	100 000	100 000	100 000	100 000	300	300	100 000	300	300

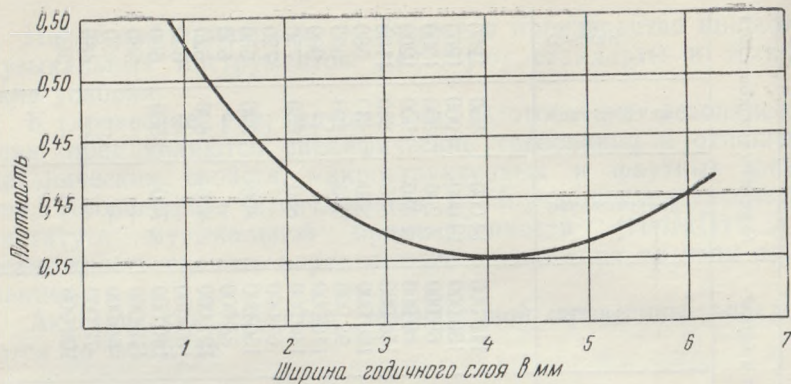


Рис. 47. Изменение плотности древесины ели в зависимости от ширины годичного слоя

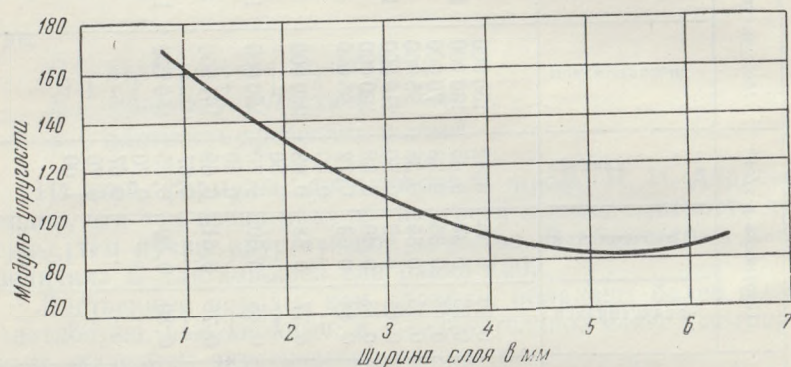


Рис. 48. Изменение модуля упругости древесины ели в зависимости от ширины годичного слоя

СОДЕРЖАНИЕ ПОЗДНЕЙ ЗОНЫ В ГОДИЧНОМ СЛОЕ

Физические свойства осенней и весенней зон годичного слоя сильно различаются между собой, что подтверждается исследованиями лаборатории древесины в НИИМП (табл. 22).

Следовательно, чем больше содержание осенней зоны в годичном слое древесины, тем выше плотность и модуль упругости древесины. Значение акустической константы снижается

Таблица 22

Показатели	Весенняя древесина	Осенняя древесина	Разница по отношению к весенней древесине в %
Плотность в г/см ³ . . .	0,359	0,717	+100
Модуль упругости в кг/см ²	98 600	223 000	+121

с увеличением содержания в годичном слое процента осенней зоны. Наиболее резкое снижение величины константы наблюдается при содержании осенней зоны от 20% и выше.

Разнослойность в дощечке при подборе щитов для изготовления дек имеет также определенное значение. Она вытекает из зависимости плотности и модуля упругости в связи с изменением слоя. Поэтому при изготовлении деки необходимо стремиться к сохранению однородности во всех ее частях. Увеличение неоднородности свойств в пределах даже одной дощечки нежелательно.

Практически можно считать, что чем однороднее древесина ели по ширине годичных слоев, тем однороднее и физические ее свойства. Вот почему издавна в практике изготовления щипковых музыкальных инструментов (да и других музыкальных инструментов, имеющих резонансовую деку из ели) выдвинуто требование равнослойности древесины, идущей на изготовление дек.

В технических условиях на заготовку резонансовой древесины установлены допуски по разнослойности, а именно: на двух соседних сантиметрах не более 1 мм, а по всей ширине дощечки не более 3 мм.

Крень. Крень является распространенным пороком древесины. Отличительная особенность креновой части — красноватая окраска. Как правило, креновая древесина более широко-слоистая, с более высоким процентом поздней зоны в годичном слое (70—80%).

Исследования лаборатории древесины НИИМП показали, что креновая древесина характеризуется повышенной плотностью при низком модуле упругости. Креновая древесина по сравнению с нормальной обладает большой склонностью к короблению.

В силу указанных обстоятельств, отрицательно влияющих на акустические свойства древесины, крень является недопустимым пороком в древесине для изготовления дек щипковых музыкальных инструментов.

Косослой. Проведенные лабораторией ф-ки им. Луначарского исследования акустических качеств резонансовой древесины показали, что наклон волокон отрицательно влияет на эти качества, причем чем больше угол наклона волокон, тем сильнее это влияние. Наклон слоев в радиальной плоскости под углом к узкой грани также недопустим. Для дек щипковых музыкальных инструментов наклон слоев не допускается свыше 2 см на один погонный метр, наклон же волокон допускается не более 7 см, что соответствует углу наклона волокна в 4° (рис. 49).

Косослойные дощечки трудно обрабатываются. При выстраивании против направления волокон при наклоне 2° получается не гладкая поверхность, а с вырывами.

Влияние угла наклона на величину модуля упругости приводится в табл. 23.

Влажность древесины. В производство щипковых музыкальных инструментов древесина должна поступать определенной влажности. Производственная влажность древесины (влажность ее в период обработки) должна быть ниже эксплуатационной на 1—2%.

Так как древесина менее всего сопротивляется поперек волокон, то усушка ее в готовом изделии нежелательна. Лучше выпускать изделия с влажностью древесины более низкой, чем та, которую она будет иметь при эксплуатации. При этих условиях древесина будет несколько набухать, что приведет к увеличению прочности.

По техническим условиям влажность древесины в щипковых музыкальных инструментах должна быть в пределах 8—10%.

Текстура. В производстве щипковых музыкальных инструментов текстура древесины имеет исключительное значение в улучшении внешнего вида изделий. Лучшие музыкальные инструменты, как правило, изготавливаются из стручатого клена, придающего красивый внешний вид инструменту.

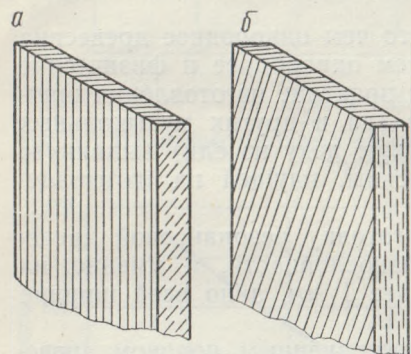


Рис. 49. Косослой в резонансовых дощечках:
а — наклон волокон; б — наклон годовых слоев

Музыкальные инструменты, как правило, изготавливаются из стручатого клена, придающего красивый внешний вид инструменту.

Таблица 23

Угол наклона волокон	E в тысяч кг/см ²		Разница в % от E (без наклона волокон)
	без наклона волокон	при наклоне волокон	
3°	179	178	—0,5
5°	182	172	—10
9°	174	150	—13
20°	144	70	—50

Пороки древесины. Сучки в ответственных деталях (ручка, пятка, дека и др.) не допускаются. Синевя лесоматериала в начальной ее стадии допустима с ограничениями или там, где она закрашивается. Под прозрачную отделку синевя совершенно не допускается.

ОТБОР СЫРЬЯ ДЛЯ РАСПИЛОВКИ НА ДОЩЕЧКИ РЕЗОНАНСОВЫХ ДЕК

При изготовлении дек щипковых музыкальных инструментов предъявляются высокие требования к качеству резонансной древесины. Поэтому для обеспечения надлежащего их выхода из бревна необходимо отбирать особые стволы ели, пригодные для распиловки с целью получения резонансового лесоматериала.

Как правило, отбор производится на корне при условии выделения лесосеки. Обычно резонансовые бревна отбирают из

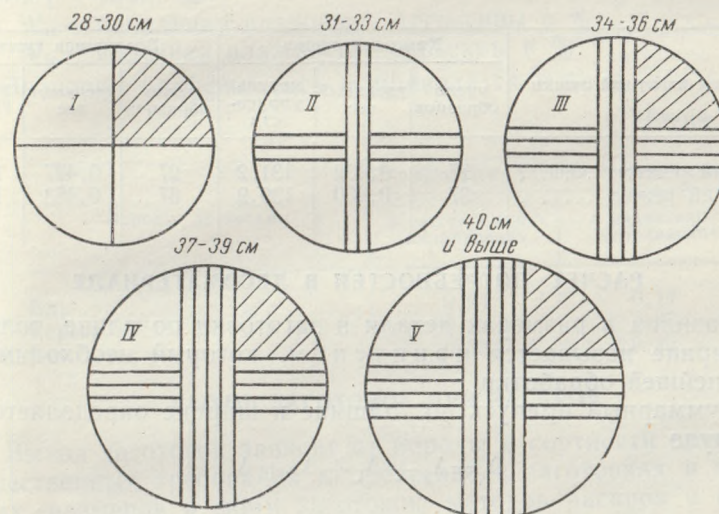


Рис. 50. Графическое изображение поставов, применяемых при распиловке различного диаметра на резонансовые пиломатериалы

общей массы заготовленных бревен. Требования к качеству бревна (ГОСТ 6721—53) в основном сводятся к следующему: отсутствие сучков, малая сбежистость, отсутствие пороков. Диаметр бревна в верхнем отрубе должен быть не менее 28 см.

Распиловка бревен обычно производится на лесопильных рамах. Для получения радиальной разделки дощечек применяют особые режимы распиловки, при этом бревно распиливается за шесть приемов. Поставы рассчитываются на получение досок толщиной 16 мм (рис. 50). Стандартные резонансовые доски толщиной 16 мм делятся на сорта: отборный, 1-й сорт, 2-й сорт, 3-й сорт.

СУШКА ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

В практике производства щипковых музыкальных инструментов считалось, что древесина, высушенная в естественных условиях и предназначенная для изготовления резонансовых

дек, имеет преимущество перед древесиной, высушенной в камере искусственным путем. Полагали, что после каждой сушки древесина теряет часть своих акустических свойств.

Лабораторией древесины НИИМП была проведена исследовательская работа по установлению влияния режимов сушки на акустические качества резонансовой древесины. В результате этой работы выяснилось, что воздушная сушка в отношении модуля упругости, а следовательно, и акустической константы, не имеет каких-либо преимуществ перед камерной сушкой (табл. 24).

Таблица 24

Режим камерной сушки	Камерная сушка			Воздушная сушка		
	число образцов	удельный вес	модуль упругости	число образцов	удельный вес	модуль упругости
Мягкий режим	27	0,432	131,2	27	0,427	129,0
Жесткий режим	37	0,450	139,9	37	0,453	141,3

РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ЛЕСОМАТЕРИАЛЕ

Разница в размерах детали и заготовки по длине, толщине и ширине называется припуском, который необходим для дальнейшей обработки.

Суммарный припуск по толщине и ширине определяется по формуле

$$\Delta_c = \Delta_y + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_{ш},$$

где:

- Δ_c — суммарный припуск;
- Δ_y — припуск на усушку;
- Δ_1 — припуск на первичную обработку до размеров детали в чистоте;
- Δ_2 — припуск на вторичную обработку в узле;
- $\Delta_{ш}$ — припуск на шлифование и циклевание.

Припуски на обработку по толщине и ширине регламентированы ГОСТ 7307—54. Припуски на торцевание двух концов по длине рекомендуется принимать от 15 до 20 мм, на циклевание и шлифование 0,3—0,4 мм. Припуск на повторную обработку узлов принимается по укрупненным данным¹.

Кратные заготовки должны иметь дополнительно припуск 5 мм на каждый пропи́л, который не учитывается при определении кубатуры заготовки. Размеры заготовок устанавливаются для влажности древесины 15% *абс.*; при большей влажности заготовки должны иметь припуск на усушку согласно ГОСТ 4369—52.

¹ В. Н. Михайлов, «Столярно-механические производства».

Припуск на усушку может быть рассчитан по формуле:

$$\Delta = \frac{A(W_n - W_k)\varphi}{100},$$

где:

- Δ — припуск на усушку в мм;
- A — номинальный размер заготовки по толщине или ширине в мм;
- φ — коэффициент усушки или разбухания в % на 1% изменения влажности древесины от 0 до 30% (см. табл. 25);
- W_n — начальная влажность древесины в %;
- W_k — конечная влажность древесины в %.

Значения коэффициента φ приводятся в табл. 25.

Таблица 25

Породы древесины	Коэффициент усушки древесины в %	
	в тангентальном направлении	в радиальном направлении
Ель	0,24	0,14
Береза	0,32	0,27
Бук	0,33	0,15

ВЫХОД ЗАГОТОВОК ПРИ РАСКРОЕ

Выход заготовок зависит от породы и сортности древесины, качественных требований к древесине в заготовках и в изделиях, размеров и форм заготовок, методов раскроя и количественного соотношения потребности в заготовках различных размеров.

Учитывая, что в заготовках для щипковых музыкальных инструментов совершенно не допускаются такие пороки, как сучки, гниль, синева, червоточина, сердцевинная трубка, простость и т. д., а также значительные потери на пропи́л при изготовлении деталей толщиной 3—8 мм (клепок, накладок, стрелок), выход заготовок при раскрое значительно ниже, чем в других деревообрабатывающих производствах.

В табл. 26 приведены средние данные расхода заготовок по сортам, которые могут изменяться в зависимости от качества раскроя, от соотношения в потребности заготовок для гитар, балалаек, мандолин и оркестровых инструментов.

Так, данные по выходам резонансовой дощечки соответствуют соотношению ассортимента резонансовых дощечек для гитар 55—57%, для балалаек и мандолин 43—45% (% соотношения гитар указан в единицах изделий). Короткие дощечки для балалаек и мандолин всегда получить легче, чем длинные для гитар. Практически этих дощечек всегда получается больше,

Таблица 26

Сортименты лесоматериалов	Выход заготовок в % по сортам			Посортные коэффициенты		
	I	II	III	I	II	III
Твердолиственные необрезные пиломатериалы:						
бук	53—56	40—42	28—30	1,0	1,33	1,8
береза	20—30	8—10	5—8	1,0	2,9	6,0
Хвойные необрезные пиломатериалы:						
резонансовые	25	14	11	1,0	1,8	2,3
поделочные	55—60	50—55	42—48	—	—	—
Фанера клееная	A-58-60	AB-50-55	—	—	—	—
Шпон лущеный и фанера строганая	60—55	50—55	40—45	—	—	—

чем нужно. В связи с увеличением потребности в длинных гитарных дощечках короткие полностью не используются и полезный выход уменьшается.

Из таблицы выходов следует, что применение II и III сортов березовых пиломатериалов совершенно нецелесообразно, так как полезный выход незначительный. Нецелесообразность применения березы низких сортов подтверждена работой НИС ЛТА имени С. М. Кирова, проведенной на фабрике имени Луначарского.

Потребности в лесоматериалах на изготовление изделий складываются из объема деталей в изделиях и потерь в процессе производства (при раскрое, обработке, сушке, сборке и т. д.). Расчет сырья на производство щипковых музыкальных инструментов оформляется в виде табл. 27.

Таблица 27

Наименование деталей	Вид лесоматериала		Количество деталей в изделии	Размеры деталей в чистоте в мм			Объем деталей в чистоте на изделие в м ³	Припуски на обработку в мм			Объем заготовок на одно изделие в м ³	Прибавка запаса на отбраковку в %	Объем заготовок на изделие с учетом запаса на брак	% выхода заготовок при раскрое	Объем лесоматериала на изделие в м ³	Процент чистого выхода
	наименование	порода		сорт	длина	ширина		толщина	на длину	на ширину						

Припуски на обработку по толщине и ширине устанавливаются согласно ГОСТ 7307—54.

Прибавка запаса на отбраковку (см. табл. 27) складывается из потерь при настройке станков и при сушке — брак вследствие выявившихся при обработке пороков древесины. Запас на отбраковку для различных деталей (по опыту фабрики имени Луначарского) составляет: на ручки — 10,12%, на накладки — 12—15%, на клепки — 15—20%, на остальные детали — 10—15%.

Объем необходимого количества сырья в досках определяется по формуле

$$Q = \frac{Q_1 100}{a},$$

где:

Q — объем необходимого количества сырья в м³;
 Q₁ — объем заготовок с учетом прибавки запаса на брак;
 a — полезный выход заготовок при раскрое в %.

Чистый выход можно определить по формуле

$$A = \frac{Q_d \cdot 100}{Q_c},$$

где:

A — чистый выход;
 Q_d — объем деталей в изделии в м³;
 Q_c — объем лесоматериала в досках в м³.

Потери по стадиям производства распределяются в процентах (данные фабрики имени Луначарского):

при сушке	5—8%
» станочной обработке	4—6%
» сборке	2—4%
отделке	0,5—1%

ХРАНИЕНИЕ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Лесоматериалы, необходимые для производства щипковых музыкальных инструментов, длительное время (до пуска их в производство) хранятся на складе, поэтому на складе должны быть созданы необходимые условия. Для предохранения материалов от атмосферных осадков и солнца должны быть построены крытые навесы; для защиты торцов досок от растрескивания их обмазывают или заклеивают.

Пиломатериалы для естественной просушки должны быть уложены в штабеля с учетом пород. Обрезные и необрезные доски укладываются отдельно, причем обрезные укладываются с одинаковой длиной, толщиной и шириной, а необрезные — с одинаковой длиной и толщиной. Высота подступных мест должна быть не ниже 0,5 м, толщина сухих прокладок для укладывания досок — 25—50 мм. Иногда вместо прокладок применяют доски.

В производство щипковых музыкальных инструментов часто поступают лесоматериалы в виде прирезных заготовок с разными габаритными размерами, что вызывает необходимость иметь на складе много штабелей. Отчасти поэтому, а также потому, что материал приходит на склад подсушенный, штабеля укладывают обычно довольно плотно.

Хранение фанеры должно производиться в закрытых, хорошо проветриваемых помещениях. Пачки фанеры необходимо периодически просматривать, так как фанера в пачках может гореть и портиться.

Подсушенный и сухой материал следует хранить в отапливаемых помещениях.

Запас лесоматериалов в производстве щипковых музыкальных инструментов по возможности должен быть большой. Это вызывается удобствами планирования производства и размещением материала в сушильных камерах. Нормальным можно считать трех-, четырехмесячный запас.

Нормы площади под открытый склад пиломатериалов и навес, по данным НИСЛТА, составляют: для 1 м³ лесоматериала, хранимого в открытых штабелях, — 1 м²; под навесом — 2 м².

Укладка и хранение пиломатериалов на складах для естественной сушки производятся в соответствии с ГОСТ 3808—47.

КЛЕИ

Основным видом соединения в производстве музыкальных инструментов является соединение на клею.

Все виды вязок, сборка отдельных узлов, переклеенных конструкций, фанерование производятся посредством клея.

Прочность изделия в целом обуславливается прочностью клеевых соединений. Все клеи, применяемые в производстве музыкальных инструментов, по происхождению делятся на белковые и синтетические. Классифицировать клеи можно по группам следующим образом:

1. Группа клеев животного происхождения — казеиновые и коллагеновые.

2. Группа клеев на основе синтетических смол — карбамидные (мочевино-формальдегидные) М-4, К-17, М-70, МФС-1, М-3 и другие.

Клеи обладают разными свойствами, которые и определяют условия их применения.

КОЛЛАГЕНОВЫЕ (СТОЛЯРНЫЕ) КЛЕИ

В производстве щипковых музыкальных инструментов коллагеновые клеи имеют большое распространение. Клеи в зависимости от исходного сырья, из которого они изготовлены, разделяются на мездровый, костный и рыбий. Клеящим веществом в них является коллаген — белок, содержащийся в костях и тка-

нях животных организмов. При обработке коллагена нагреванием последний переходит в новое вещество — глютин. Глютин обладает характерными свойствами: набухать в холодной воде; растворяться при нагревании, образуя клеевые растворы; при охлаждении превращаться в студнеобразное состояние. Указанными свойствами и пользуются при изготовлении клеев.

Свойства коллагеновых клеев. Важнейшими свойствами коллагеновых клеев являются: влажность, зольность, реакция, биологическая стойкость, набухаемость, концентрация клеевого раствора, вязкость, жизнеспособность, механическая прочность, водоупорность. Правильное понимание этих свойств дает возможность установить оптимальный режим склеивания.

Влажность. Содержание влаги в товарно-сухом клее обычно колеблется в пределах 12—17%. Повышенная влажность нежелательна в клее, так как способствует его загниванию, слишком низкая (ниже 10%) тоже нежелательна, так как понижает его клеящие свойства. Клей следует хранить в определенных условиях, обеспечивающих сохранение нормальной влажности. Галлерта имеет влажность в пределах 58—59%.

Зольность. Нормальное содержание золы в клее 2—3%. Определение содержания золы в клее, так же как и влаги, необходимо для расчетов при составлении клеевых растворов с определенной концентрацией.

Реакция. Величина кислотности или щелочности клея оказывает большое влияние на свойство клея. Как правило, хорошие мездровые клеи нейтральны, костные имеют слабую кислую реакцию.

Биологическая стойкость. Глютин, являющийся основным клеящим веществом, в благоприятных условиях легко поражается микробами, вызывая его разложение. Для предотвращения клея от загнивания необходимо соблюдать определенные условия: готовить рабочий клеевой раствор на один-два дня, клеянки должны содержаться в чистоте и периодически промываться горячей водой. Хранение клея должно быть в сухом помещении.

Набухаемость. Свойством набухания пользуются при варке клея, избегая длительного нагревания. Набухаемость находится в прямой зависимости от содержания в клее глютина. Так, мездровые плиточные клеи впитывают влаги больше, чем костные. Время набухания плиточного клея 12—20 часов.

Концентрация клеевого раствора. Концентрация характеризуется количеством сухого клея, находящегося в растворе (в %). Высоковязкие клеи требуют для надлежащей концентрации раствора большое количество воды, низковязкие — меньше.

Рекомендуемые концентрации: для костных клеев — 40—50%, для мездровых — 25—40% (в первом содержание воды по отношению к сухому клею 100—150%, во втором — 150—300%).

Для фанерования более подходят клеевые растворы с содержанием воды 100%, для костных и мездровых 200—300%.

При выборе концентрации клеевого раствора руководствуются вязкостью клея и характером предстоящей склейки.

Вязкость. Важнейшим показателем, характеризующим качество клея, является вязкость. На величину вязкости оказывают влияние концентрация клея и температура. Чем выше концентрация, тем выше вязкость; с повышением температуры вязкость падает. Мездровые клеи имеют вязкость выше, чем костные.

От вязкости зависят такие факторы технологии склеивания, как температура и скорость склеивания. Вязкость клея в некоторой мере определяет и давление при склеивании. Чем выше вязкость клея, нанесенного на поверхность, тем выше и давление. Вязкость клея больше, чем какой-либо показатель, характеризует качество клея, а потому при приемке клея испытание вязкости является обязательным. Вязкость клея определяется по стандарту в приборе Энглера и выражается в градусах Энглера.

Прочность клеевых соединений. Основным показателем, характеризующим качество клея и правильно выбранный режим склеивания, является высокая прочность клеевого соединения, которая определяется величиной разрушающих напряжений, отнесенных к 1 см² склеиваемой поверхности. Механическая прочность клеевых соединений при производстве щипковых музыкальных инструментов считается достаточной (60—80 кг/см²). Испытание прочности клеевого соединения на скалывание производится на стандартных образцах, а само испытание производят по ОСТ 2067—47.

Водоупорность. Коллагеновые клеи — неводоупорные. Образующий ими клеевой студень при высыхании сохраняет свойства набухаемости и растворимости. При повышенной влажности воздуха пленка клея стремится принять состояние, близкое к галлерте. Поэтому хранение щипковых музыкальных инструментов, а также пользование ими в условиях влажной атмосферы недопустимо.

Приготовление клея. Приготовление клея сводится к получению определенной концентрации рабочего клеевого раствора.

Количество сухого товарного клея или галлерты, необходимого для получения требуемого количества нужной концентрации, определяется формулой

$$D_k = \frac{KH(100 - B_1)}{100(100 - B_2)},$$

где:

K — нужная концентрация в %;
 H — необходимое количество клеевого раствора в кг;
 B_2 — влажность имеющегося клея или галлерты в %.

Количество добавляемой воды определяется по следующей формуле:

$$D_B = H - D_k.$$

Для приготовления клея предварительно производится замачивание его в холодной или кипяченой воде (но не горячей) для набухания. Время набухания 12—20 часов, после чего производится разогревание его в котлах с паровым обогревом при температуре не выше 80°. В случае появления пены можно допустить кипение в течение 3—10 минут. Кипятить клей и варить его без предварительной замочки, как правило, не следует. Затем клей сливается в баки, в которых он застудневает, и в таком виде поступает на производство.

Приготовленный клей в нужном количестве закладывают в электроклеянки и без добавления воды расплавляют при температуре 70—80°. Если клей становится концентрированным в результате испарения воды, то для снижения концентрации добавляют сырую воду. Добавлять сырую воду нельзя, так как имеющиеся в ней микробы могут вызвать загнивание клея.

При приготовлении клея из галлерты отпадает необходимость замочки клея и остается лишь операция нагрева.

КАЗЕИНОВЫЙ КЛЕЙ

В производстве щипковых музыкальных инструментов казеиновый клей также находит применение.

Исходным продуктом для получения казеинового клея является сушеный обезжиренный творог. Казеин обладает свойством не растворяться в воде, а вбирать ее в себя (набухать). При добавлении в воду аммиака, буры и щелочи казеин растворяется, образуя при этом растворы, способные склеивать. На этом свойстве казеина, по существу, и основано приготовление казеиновых клеев.

Казеиновые клеи подразделяются на неводоупорные и водоупорные. Неводоупорные клеи получают при воздействии на казеин водного раствора аммиака или едких щелочей. Получение водоупорных казеиновых клеев производится воздействием на казеин гидроокиси кальция (гашеной извести).

В производстве щипковых музыкальных инструментов применяется порошкообразный клей, в котором имеется смесь всех необходимых компонентов клея. На сухой казеиновый клей в порошке установлен ГОСТ 3056—47, согласно которому этот клей выпускается двух сортов: обыкновенный (О Б) и экстра (В-107). Состав их приведен ниже (в %).

Сорт экстра	
Казеин I сорта	35,34
» II »	35,34
Фтористый натрий	8,48
Медный купорос	0,35
Гашеная известь	19,08
Керосин	1,41

Сорт обыкновенный

Казеин II сорта	70,92
Фтористый натрий	4,26
Кальцинированная сода	4,26
Гашеная известь	19,15
Керосин	1,41

Свойства казеиновых клеев. В зависимости от состава клея, способа его приготовления и качества самого казеина казеиновые клеи обладают и соответствующими свойствами.

Влажность сухого клея в порошке 12% для I и II сортов и 14% для III сорта. С повышенной влажностью клей подвергается быстрому плесневению, загниванию, потере клеящих свойств. Поэтому рекомендуется хранить казеиновый клей в сухом, хорошо проветриваемом помещении. После 5—6 месяцев хранения клей следует подвергнуть проверке с целью установления соответствия клея техническим условиям.

Вязкость казеиновых клеев зависит от составных частей клея, которые меняются после его приготовления в зависимости от времени, т. е. вязкость непостоянна.

Жизнеспособность клея зависит от состава, концентрации смеси. Клеи меньшей концентрации обладают более длительной жизнеспособностью, но излишнее разбавление водой удлиняет процесс склеивания и уменьшает прочность клеевого шва. Жизнеспособность казеиновых клеев из порошка, при соотношении воды и порошка 1 : 2, колеблется в пределах от 2 до 7 часов, при вязкости рабочего раствора — от 40 до 250 по вязкозиметру ВЭ-36.

Водоупорность казеиновых клеев относительна. Клеевой шов не растворяется в воде, но набухает в ней, при этом теряется и прочность клеевого шва.

Обработываемость. Недостатком казеиновых клеев является быстрое затупление режущих инструментов при обработке деталей, склеенных клеем, так как в клеевом шве имеются кальциевые соли.

Механическая прочность клеевого шва казеиновых клеев при надлежащем склеивании достигает прочности склейки хороших мездровых клеев.

Приготовление рабочего раствора казеинового клея. Приготовление рабочего раствора из готового порошка казеинового клея сводится к растворению его в воде (в соотношении 1 часть порошка, 2—3 части воды) при тщательном перемешивании. В случае загустевания клеевого раствора следует прекратить перемешивание и дождаться разжижения. Размешивание ведется до получения однородной массы, после чего клею дают время на созревание (10—15 мин). Общее время приготовления казеинового клея примерно 30—40 мин.

Склеивание казеиновым клеем холодным способом требует соблюдения следующих режимов: при склеивании пластей клей

необходимо наносить на одну поверхность; при склеивании, когда одна плоскость торцовая, клей лучше наносить на обе склеиваемые поверхности. Выдержка перед соединением 5—10 мин. Давление при прессовании для массива 1—5 кг/см², для фанеры 10—15 кг/см². Продолжительность прессования 2—6 часов. Выдержка после распрессовки 20—25 часов при склеивании мягких пород древесины; для твердых пород выдержка увеличивается до 30 часов.

КЛЕИ НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ СМОЛ

Синтетические клеи за последнее время получили широкое применение при изготовлении музыкальных инструментов. Они обладают рядом преимуществ перед другими клеями: водупорны, грибостойки, соединения прочные, режимы склеивания и приготовление клеев просты. К недостаткам главным образом относится их токсичность.

Клеи из синтетических смол можно разделить на фенолформальдегидные (на основе фенола) и на карбамидные или мочевиноформальдегидные (на основе мочевины). В производстве щипковых музыкальных инструментов главным образом нашли широкое применение клеи на основе карбамидных смол, которые представляют собой продукты конденсации мочевины с формалином в щелочной или кислой среде, а также в среде с переменным значением рН. Карбамидные клеи бывают как горячего, так и холодного отверждения. Широкое применение в производстве щипковых музыкальных инструментов нашли смолы следующих марок: М-60, М-4, М-70, МФ-17.

Клей К-17. Основой для клея К-17 является смола МФ-17, при изготовлении которой методом конденсации мочевины с формальдегидом ее пластифицируют, вводя пластификатор — диэтиленгликоль.

Состав смолы МФ-17 следующий:

Мочевина	100	частей
Формалин 40%	270,2	»
Аммиачная вода (25)	10	»
Диэтиленгликоль 100%-ный	50	»

Свойства смолы МФ-17:

рН	6,5—8
Вязкость по ФЭ-36 в градусах	не ниже 30 (диаметр сопла 5 мм)
Содержание сухих веществ в %	не менее 70
Время отверждения с 1% хлористого аммония в сек	90—120
Коэффициент рефракции	1,475—1,500

Хранить смолу МФ-17 при температуре не выше 28°. Срок хранения 4 месяца.

Приготовление клея К-17. На основе смолы МФ-17 приготавливают клей как для холодного, так и горячего склеи-

вания. Для холодного склеивания в смолу вводится в качестве отвердителя 10%-ный раствор щавелевой кислоты (ГОСТ 5873—51) в количестве от 5 до 28%. Соотношение смолы и отвердителя, при котором клей имеет желаемую жизнеспособность, кладется в основу рецептуры клеевого раствора. Это соотношение устанавливается лабораторией.

Следует иметь в виду, что при увеличении жизнеспособности клеевого раствора требуется более длительная выдержка склеиваемых деталей в запрессованном виде.

Для горячего склеивания (фанерования) в качестве отвердителя в смолу МФ-17 вводится хлористый аммоний (ГОСТ 2210—51) в количестве 1% по отношению к смоле.

Ниже приводятся режимы склеивания клеем К-17, принятые на фабрике имени Луначарского (табл. 28)

Таблица 28

Элементы режима	Единица измерения	Показатели		
		при горячем склеивании и фанеровании	При холодном	
			фанерования	склеивания
Температура помещения . . .	°С	не ниже 18	на ниже 18	
Вязкость клеевого раствора при температуре 20° С . . .	ВЗ-4	45—50	45—50	
Намазка клеевого раствора		односторонняя		
Давление	кг/см ²	5—10	5—10	5—10
Время выдержки в запрессованном виде	мин	4—5	не менее 240	не менее 300
Продолжительность выдержки после распрессовки	час	не менее 2	не менее 6	
Допускаемое время от намазки клея до наложения давления	мин	не более 15—20	15—20	
Температура нагрева	°С	110—120°		

Клей М-4. Клей готовится из смолы М-4 по рецепту:

Мочевина	100 частей
Формалин 40%	216 »
Уротропин	7,5 »
Хлористый цинк 50%-ный	1,75 »
Едкий натр (каустическая сода) вводится в формалин в виде 40%-ного раствора до установления рН	в пределах 7—7,5

Свойства смолы М-4:

рН	6,5—5,5
Вязкость по ВЗ—4 в секунду	40—60
Содержание сухих веществ в %	55—60
Время отвердения с 1% хлористого аммония в сек	55—60
Коэффициент рефракции	1,440—1,450

Продолжительность хранения смолы от 2 до 4 недель.

Для приготовления клея М-4 требуются следующие компоненты: смола М-4, которая является основной частью клея М-4, и отвердитель — хлористый аммоний (ГОСТ 2210—51) для горячего склеивания. В связи с малой жизнеспособностью клея его приготовление лучше производить непосредственно на рабочем месте.

В отвешенное количество смолы вводится и тщательно перемешивается мелко измельченный порошкообразный хлористый аммоний в количестве 1% от веса смолы (горячее склеивание) или молочная кислота в количестве 3—4% (холодное склеивание). Жизнеспособность рабочего раствора для горячего склеивания 50—60 мин, для холодного склеивания до 3 часов, поэтому приготовленный клей должен быть использован полностью за период его жизнеспособности.

Режимы склеивания клеем М-4 приводятся ниже в табл. 29.

Таблица 29

Элементы режима	Единица измерения	Показатели		
		при горячем склеивании	при холодном склеивании	
			фанерования	склеивания
Температура помещения	°С	не ниже 18		
Нанесение клея		одностороннее		
Вязкость рабочего раствора	по ВЗ-4	40—50 сек		
Влажность древесины	%	8±2	8±2	8±2
Время от начала намазки клея до загрузки в пресс	мин	15—20	15—20	
Величина удельного давления при запрессовке	кг/см ²	5—10	5—10	
Температура нагрева	°С	110—120°		
Продолжительность запрессовки	мин	4—5	240—300	
Продолжительность выдержки после прессования	час	1—2	не менее 6	
Относительная влажность помещения	%	не выше 70		

Клей М-70. Смола М-70, на основе которой изготавливается клей, в своем составе содержит следующие компоненты (в весовых частях):

Мочевина	100
Формалин 40%-ный	266
Едкий натр 40%-ный	0,2—0,7

Свойства смолы М-70:

рН	6,0—7,0
Вязкость по ВЗ-4 в мин	1,0—6,0
Содержание свободного формальдегида в %	2—5
Содержание сухих веществ	67—70
Коэффициент рефракции	1,47—1,48
Время отверждения при введении 1% хлористого аммония в сек	30—40

Срок хранения смолы М-70 при температуре 20°С — до 3 месяцев.

Приложение смолы М-70. Смола М-70, как клеящее вещество, применяется для скоростного склеивания методом горячего прессования, а также для склеивания с применением токов высокой частоты.

Рабочий раствор клея М-70 готовится путем смешивания смолы с отвердителем в соотношении:

Смола М-70	100	вес. ч.
Хлористый аммоний	1	» »

Клеевую смесь приготавливают на рабочем месте отдельными порциями в фарфоровой, эмалированной или стеклянной посуде при температуре 18—20°С. Жизнеспособность клея М-70 — до 2 часов.

Давление при склеивании должно быть равномерным по всей площади склеивания. Величина давления 4—5 г/см². Время выдержки при высокочастотном нагреве 1—2 минуты. Температура нагрева клеевого раствора 110—120°. Смолу М-70 следует хранить в плотно закрытой посуде при температуре не выше 20°С.

Синтетические клеи с отдельным нанесением смолы и отвердителя за последнее время нашли применение на склейке резонансовых щитов для дек, где одна склеиваемая поверхность (кромка деянки) смазывается смолой, другая — раствором отвердителя. Для склеивания с отдельным нанесением смолы и отвердителя применяются смолы М-70, М-4, М-60, в качестве отвердителя — 5%-ный раствор щавелевой кислоты.

Склеивание резонансовых щитов производится в прессах без обогрева. Величина удельного давления 4—5 кг/см². Выдержка в прессе 20—25 минут. Выдержка после распрессовки до окончательной обработки 15—20 часов.

ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Древесина любой породы под воздействием света и воздуха выцветает, теряет свою естественную окраску, легко загрязняется, легко воспринимает влагу вследствие гигроскопичности.

Поэтому для защиты от вредных действий внешней среды и придания лучшего вида все щипковые музыкальные инстру-

менты отделяют, т. е. покрывают тонким слоем пленкообразующих составов.

При отделке щипковых музыкальных инструментов, изготовляемых в основном из отборной древесины с красивой текстурой, а также ценных пород лакокрасочные материалы должны обладать высокой прозрачностью, светостойкостью, равномерным и устойчивым блеском.

Для усиления, а иногда и для изменения естественного цвета, поверхность музыкальных инструментов окрашивают красителями или отделяют подкрашенными лаками.

Наряду с прозрачной отделкой в производстве музыкальных инструментов имеет место и непрозрачная отделка. Основным защитным слоем в этом случае является непрозрачная краска или лак.

КРАСЯЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Для поверхностного или глубокого крашения древесины употребляют главным образом красители синтетического происхождения, из которых широкое применение при отделке музыкальных инструментов нашли анилиновые (субстантивные, основные, кислотные).

Прямые красители. Так называется группа красителей, непосредственно (прямо) окрашивающих целлюлозные волокна. Недостатком этих красителей является тусклость тонов, низкая светопрочность; достоинством — простота приготовления, широкая гамма цветов.

Растворы прямых красителей грубо дисперсны, поэтому при окраске древесины четкость текстуры ослабевает. Для глубокого крашения древесины (морения) прямые красители непригодны и применяются лишь в смесях с другими красителями.

Основные красители. Группа основных красителей хорошо растворяется в спирте и в подкисленной среде. Основные красители дают высокодисперсные растворы и поэтому применяются для глубокого крашения (морения) древесины. Основные красители применяются для окрашивания спиртовых лаков и политуры. Для отделки щипковых музыкальных инструментов из этой группы широко применяется коричневый краситель.

Кислотные красители. Из анилиновых красителей кислотные красители представляют большую группу. Как и основные красители, кислотные окрашивают древесину за счет взаимодействия с лигнином. Окраска кислотными красителями отличается ярким и чистым цветом, что способствует их широкому применению при отделке щипковых музыкальных инструментов. Светопрочность их несколько выше, чем основных красителей, но все же остается недостаточной. Растворы кислотных красителей в основном высокодисперсны и поэтому применяются для глубокого крашения заготовок деталей щипковых инструментов

(накладка грифов, клепки, окантовочные детали — обкладки и жилки).

Прочие красители. К числу прочих красителей, заслуживающих внимания с точки зрения применения в производстве щипковых музыкальных инструментов, относится нигрозин.

Водорастворимый нигрозин — черный органический краситель, дающий на древесине при концентрации раствора 5% черную окраску. Применяется он для окрашивания грифов и подставок, а также при глубоком крашении деталей из древесины. Спирторастворимый нигрозин применяется для окрашивания лаков и политур.

Для окраски щипковых музыкальных инструментов применяются гуминовые органические красители — бейцы. Наиболее распространенным красителем является коричневый, в котором красящим веществом является гуминовая кислота.

Ниже приводим примерные составы красильных растворов для поверхностного окрашивания.

Окрашивание в темно-красный цвет

Бисмарк 40 г на 1 л воды (для окраски корпусов всех инструментов).

Окрашивание в коричневый цвет

Кислотно-коричневый, марки МГ — 40 г на 1 л воды (для окраски корпусов балалаек).

Окрашивание ореха под палисандровое дерево

Черный, марки РВ — 10 г на 1 л воды

Кислотно-коричневый — 1 г » 1 л »

Кислотно-красный — 1 г » 1 л »

Окрашивание клена под палисандровое дерево

Кислотно-красный — 30 г на 1 л воды

Кислотно-коричневый марки 5Г — 30 г » 1 л »

Нигрозин — 1 г » 1 л »

Окрашивание березы под красное дерево

Оранжевый 8 г на 1 л воды

Бордо 20 г » 1 л »

Нигрозин 1 г » 1 л »

СМОЛЫ

В качестве пленкообразующих материалов, являющихся составной частью лаков и применяемых при отделке музыкальных инструментов, используются смолы естественного происхождения и синтетические. Ниже приводится описание главнейших смол этих групп.

Канифоль (или гарпиус). В чистом виде канифоль не применяется для изготовления лаков вследствие невысокой температуры плавления (50—60°). Лаковая пленка на канифоли размягчается даже от температуры руки, поэтому для пригото-

вления лаков употребляется канифоль, обработанная соединениями металлов (резинаты) или спиртом.

Канифоль является составной частью нитролаков. Так, нитролак «Музпром», применяемый для ручной отделки, в своем составе содержит канифоль или ее производную — эфир гарпиуса.

Добывается канифоль из различных хвойных пород дерева путем подсочки. Вытекающая жидкость (живица или терпентин) перерабатывается на заводах. Путем отгонки из нее получают эфирное масло — скипидар и твердую стекловидную массу — канифоль.

Копаллы. Копаллы — ископаемые смолы, обладающие большой твердостью, высокой температурой плавления и глянцем. Копалл добывается главным образом в Индии, Африке и Австралии. В зависимости от места происхождения копаллы делятся на несколько групп, причем каждая группа отличается твердостью и растворимостью.

Копаллы манильские вывозятся с острова Манилы. Различают копалл *мягкий*, идущий главным образом на изготовление спиртовых лаков, и *твердый*, нерастворимый в спирте и растворимый в ацетоне.

Для лака, идущего на отделку щипковых музыкальных инструментов, применяется мягкий манильский копалл. Лаковая пленка этого вида весьма прозрачная, не закрывающая текстуры древесины.

Копаллы Каури, Конго, Сиерра-Леоне являются твердыми смолами и в спирте не растворяются.

Сандарак — смола тропических растений, произрастающих в Африке и в Австралии. Смоляной сок этих растений вытекает сам по себе или вследствие надразов на коре. Сандарак имеет вид продолговатых зерен со стекловидным изломом. Он растворим в этиловом спирте.

Лаковая пленка сандарачного лака блестящая, прозрачная, не закрывающая текстуру древесины, чем объясняется широкое применение его на отделке щипковых музыкальных инструментов, а также для резонансовых дек клавишных инструментов. Недостатком смолы сандарак является низкая прочность лаковой пленки.

Шеллак — одна из главных смол, идущих на приготовление высококачественных политур. Ценность ее в том, что она обладает способностью образовывать твердую пленку с хорошим блеском. Арфы отделяют исключительно шеллачной политурой.

Для изготовления лака для отделки щипковых инструментов шеллачную смолу отбеливают хлорной известью. Без отбелки шеллачная смола мало пригодна для лаков, идущих на отделку музыкальных инструментов, так как пленка получается не прозрачная, а с желтоватым оттенком.

Добывают шеллак в Индии.

По цвету шеллак имеет много оттенков: от красно-бурого до желтого; по форме шеллак пластинчатый.

Идитол — смола, получаемая при обработке фенола формальдегидом. Фенол является продуктом обработки каменного угля путем сухой перегонки.

Идитол легко растворяется в спирте. Недостатком лака, изготовленного на смоле идитол, является изменение цвета лаковой пленки под действием солнечного света: от белого цвета — после покрытия до темно-красного цвета — после месяца (примерно) эксплуатации изделия.

Применяется идитол при изготовлении черных лаков для отделки грифов и других деталей черного цвета.

Глифталевая смола. В настоящее время большое значение приобрели алкидные смолы. К ним относятся смолы-глифталь, являющиеся продуктами конденсации глицерина с фталевой кислотой или ее ангидридом в присутствии жирных кислот льняного, касторового или других масел.

Глифталевая смола хорошо растворяется в органических растворителях, например в ацетоне, бутиловом спирте, смеси спирта с бензолом или толуолом.

В нитролаке «Музпром», применяемом на фабрике имени Луначарского при ручной отделке музыкальных щипковых инструментов, глифталевая смола является основной составной частью.

В чистом виде глифталевые лаки для отделки щипковых музыкальных инструментов непригодны вследствие длительной сушки лаковой пленки.

ЭФИРЫ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Целлюлоза или клетчатка — исходный материал для производства эфиров целлюлозы. Она является составной частью растительных клеток. В очищенной хлопке содержится 98,5—98,7% целлюлозы. Содержание целлюлозы в древесине достигает 50%.

При обработке целлюлозы смесью азотной и серной кислот получают сложный эфир — нитроцеллюлозу. В зависимости от содержания азота различают следующие типы нитроцеллюлозы: пироксилин (12,7—13,6% азота), идущий на изготовление порохов, и *коллоксилин* — с содержанием азота 11—12%, идущий на изготовление лаков.

Большое значение для изготовления лаков имеют свойства коллоксилина: растворимость в органических растворителях и их смесях и вязкость. Вязкость является крайне важным показателем коллоксилина, от которой зависит возможность получения качественного нитролака. Вязкость коллоксилина принято определять в приборе Энглера. Скорость истечения 2% раствора

коллоксилина в ацетоне при температуре 20° С и характеризует его вязкость. Результаты выражают в градусах Энглера.

Составной частью лака «Музпром», применяемого при ручном лакировании, является коллоксилин с вязкостью не выше 0,98—1° Э.

Нитроцеллюлоза легко воспламеняется, поэтому и лаки на основе коллоксилина весьма огнеопасны.

РАСТВОРИТЕЛИ И РАЗБАВИТЕЛИ

Назначение растворителей в лаках и политурах — растворить пленкообразующие вещества до такого состояния, при котором лак или политура легко наносятся на поверхность, а после нанесения испаряются. Скорость испарения растворителей должна быть по возможности большой, но не настолько, чтобы рабочий не успевал как следует наносить лак. Слишком высокая скорость испарения также не желательна, особенно для нитролаков, так как в этом случае возможно побеление лаковой пленки.

В качестве растворителей и разбавителей применяются: скипидар, уайт-спирит, спирты (этиловый, бутиловый, метиловый), метилацетат, бутилацетат, этилацетат, амилацетат, ацетон и др.

Характеристика растворителей дается в соответствующих курсах, рассматривающих лакокрасочные материалы. Для нитролаков выпускаются растворители № 645, 648 (ТУХП—569—41), № 1001 и РДВ (ТУХП 776—41).

ПЛАСТИФИКАТОРЫ

В большинстве своем смолы, а также нитроцеллюлоза образуют неэластичную лаковую пленку, способную растрескиваться и давать так называемую «сетку». Для избежания этого в лак вводят пластификаторы: камфарное масло, касторовое масло, дибутилфталат и др.

При полировании арф шеллачной политурой в последнюю вводится пластификатор — дибутилфталат в количестве 0,5%.

ЛАКИ И ПОЛИТУРЫ

Растворы пленкообразующих веществ в растворителях называют лаками. Лак с меньшим содержанием в нем пленкообразующих веществ (10—15%) называется политурой.

В производстве щипковых музыкальных инструментов в основном применяются прозрачные лаки, которые должны отвечать следующим требованиям:

1. Лак должен хорошо наноситься тампоном (ручное покрытие) и при высыхании образовывать ровную поверхность, без полос и других дефектов.

2. Лак не должен проседать при нанесении его на подготовленную поверхность.

3. Лаковые пленки должны быть светостойкими, прозрачными или иметь слегка желтоватый оттенок.

4. Пленка лака должна хорошо шлифоваться.

Из чисто смоляных лаков, главным образом спиртовых, при отделке щипковых музыкальных инструментов применяются копалловые, сандарачные, шеллачные, идитоловые.

Изготовление спиртовых лаков отличается большой простотой и сводится к растворению в спирте предварительно измельченных смол. Соотношение смол и спирта (этилового): спирт 60%, смола 40%. В зависимости от растворенной смолы лак носит соответствующее название: копалловый, сандарачный, шеллачный, идитоловый и т. д.

При приготовлении шеллачной политуры, после растворения смолы, раствор отстаивается в течение нескольких дней, после чего аккуратно сливается чистая, без примесей политура и затем вводится в нее пластификатор.

Примерный состав шеллачной политуры для отделки арфы: шеллак 14,5%, спирт этиловый 85%, дибутилфталат 0,5%.

В промышленности музыкальных инструментов смоляные лаки стали заменяться нитролаками. Фабрика имени Луначарского за последние годы с успехом применяет для отделки щипковых музыкальных инструментов нитролак «Музпром» для ручного покрытия (тампоном).

Состав нитролака «Музпром» в весовых частях приводится ниже:

Коллоксилин марки ПСВ (вязкость по Энглеру 0,98—1,0)	13
Спирт этиловый	22,5
Глифталевая смола	10
Эфир гарпиуса	10
Дибутилфталат	3
Ацетон	4,5
Бутилацетат	29
Бутиловый спирт	8

Содержание сухого остатка в лаке не менее 36%. Вязкость по воронке НИИЛК (сопло № 7) при температуре 18—20°С 18—25 сек.

При лакировании щипковых музыкальных инструментов методом распыления широко применяется мебельный нитроглифталевый лак № 754, нитроцеллюлозный лак НЦ-312 и лак-цапон № 980.

Ниже приводится состав лака НЦ-312 в весовых частях:

Коллоксилин ПСВ	12
Циклогексанол	4
Кастероль	2
Трикрезилфосфат	4
Спирт из коллоксилина	6
Бутилацетат	7,2

Этилацетат	12,4
Бутиловый спирт	74
Толуол	36,3
Спирт этиловый	6,5

Новыми лаками, которые можно применять при отделке щипковых музыкальных инструментов методом распыления, являются терпено-коллоксилиновые лаки марки ТК-2 и ТК-3, а для электроокраски — лак МЧ-52.

ПРОЧИЕ ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В производстве щипковых музыкальных инструментов применяются разные металлические детали: винты размером 2×8 мм для крепления колковой механики и других деталей, винт, изготавливаемый из полосовой стали для крепления

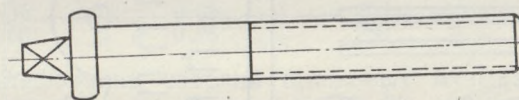
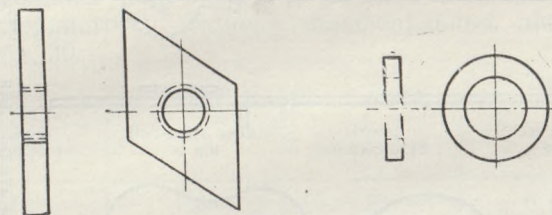


Рис. 51. Винт для крепления грифа с корпусом

грифа гитары к корпусу (рис. 51). Декоративная текстурная бумага используется как материал, заменяющий цветную фанеру.

Кроме того, детали изготавливаются из пластмасс; порошки у грифов, «точки» на ладах грифов — из целлулоида или перламутра.

Для крепления струн применяются различной формы струнодержатели (рис. 52, 53, 54). Материалом для изготовления струнодержателей служит лента холодного проката ГОСТ 503—41.

Для украшения щипковых музыкальных инструментов используют перламутр, цветной и белый целлулоид, идущие на изготовление розеток, окаймляющих резонаторные отверстия в деках, а также на окантовку корпусов.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В группе вспомогательных материалов, применяемых в производстве щипковых инструментов, первое место занимает шлифовальная шкурка для шлифования древесины и лаковых пленок.

Шкурка, в зависимости от основы, на которую нанесен абразивный материал, различается: бумажная и полотняная; от рода насыпки — стеклянная, кремневая, корундовая и другие; и от размера зерна. Связывающим веществом в шкурке является клеевой слой. Шкурки, предназначенные для обработки машиной, должны быть изготовлены на связке из мездрового клея; для ручных обработок шкурки могут быть изготовлены и на костном клее. Для шлифования древесины мягких пород наиболее употребительны стеклянные шкурки, для пород твердых — электрокорундовые и другие.

Зерна должны быть насыпаны на слой клея совершенно равномерно. Зернистость (номер) шлифовальных шкурок приводится в табл. 30.

Таблица 30

Номер зернистости	Размеры зерна в мм	Номер зернистости	Размеры зерна в мм
12	1,68	80	0,177
16	1,19	100	0,149
20	0,84	120	0,126
24	0,71	140	0,105
36	0,50	170	0,088
46	0,35	200	0,074
60	0,25	280	0,063

Для шлифования изделий щипковых музыкальных инструментов употребляются шкурки № 46, 60, 100, при шлифовании лаковых пленок — № от 100 до 200.

Из других шлифующих материалов следует отметить пемзу, которая применяется для шлифования лаковой пленки, смачиваемой минеральным маслом уайт-спирит. Она обычно применяется при отделках полированием.

Для шлифования лаковых поверхностей применяются также полировочные пасты № 289, 290. Так, на фабрике имени Луначарского при отделке балалайки, изготовленной из древесно-волокнутой массы, при полировании на матерчатых шайбах применяется паста № 290, а также паста ГОИ. Полирование ведется по нитролаковой пленке.

Примерный состав пасты № 290, выпускаемой заводом «Победа рабочих», в весовых частях следующий:

Окись алюминия	70
Вазелиновое масло	17
Касторовое масло	8
Сольвент-нафта	5

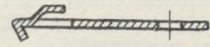


Рис. 54. Струнодержатель для балалайки-прима

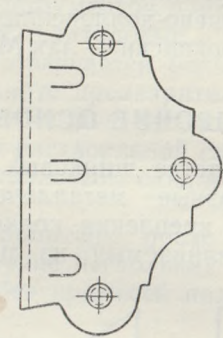


Рис. 53. Струнодержатель для мандолины

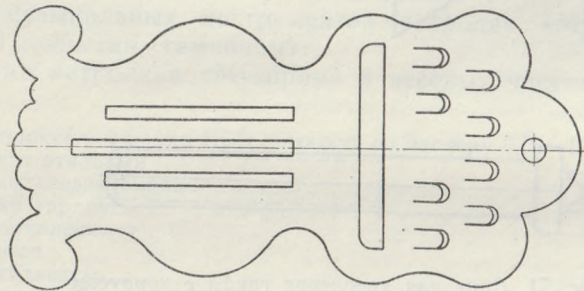
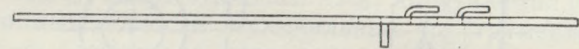
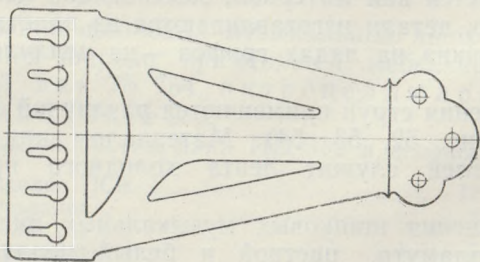
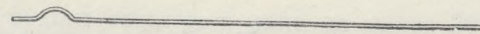


Рис. 52. Струнодержатель для гитары



ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В группе вспомогательных материалов, применяемых в производстве щипковых инструментов, первое место занимает шлифовальная шкурка для шлифования древесины и лаковых пленок.

Шкурка, в зависимости от основы, на которую нанесен абразивный материал, различается: бумажная и полотняная; от рода насыпки — стеклянная, кремневая, корундовая и другие; и от размера зерна. Связывающим веществом в шкурке является клеевой слой. Шкурки, предназначенные для обработки машинной, должны быть изготовлены на связке из мездрового клея; для ручных обработок шкурки могут быть изготовлены и на костном клее. Для шлифования древесины мягких пород наиболее употребительны стеклянные шкурки, для пород твердых — электрокорундовые и другие.

Зерна должны быть насыпаны на слой клея совершенно равномерно. Зернистость (номер) шлифовальных шкурок приводится в табл. 30.

Таблица 30

Номер зернистости	Размеры зерна в мм	Номер зернистости	Размеры зерна в мм
12	1,68	80	0,177
16	1,19	100	0,149
20	0,84	120	0,126
24	0,71	140	0,105
36	0,50	170	0,088
46	0,35	200	0,074
60	0,25	280	0,063

Для шлифования изделий щипковых музыкальных инструментов употребляются шкурки № 46, 60, 100, при шлифовании лаковых пленок — № от 100 до 200.

Из других шлифующих материалов следует отметить пемзу, которая применяется для шлифования лаковой пленки, смачиваемой минеральным маслом уайт-спирит. Она обычно применяется при отделках полированием.

Для шлифования лаковых поверхностей применяются также полировочные пасты № 289, 290. Так, на фабрике имени Луначарского при отделке балалайки, изготовленной из древесно-волоконистой массы, при полировании на матерчатых шайбах применяется паста № 290, а также паста ГОИ. Полирование ведется по нитролаковой пленке.

Примерный состав пасты № 290, выпускаемой заводом «Победа рабочих», в весовых частях следующий:

Окись алюминия	70
Вазелиновое масло	17
Касторовое масло	8
Сольвент-нафта	5

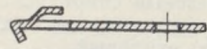


Рис. 54. Струнодержатель для балалайки-прима

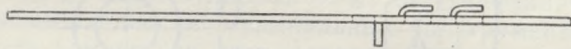
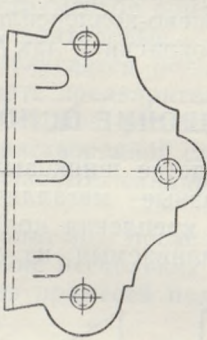


Рис. 53. Струнодержатель для мандолы

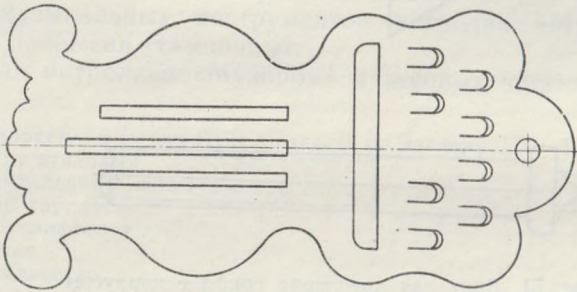
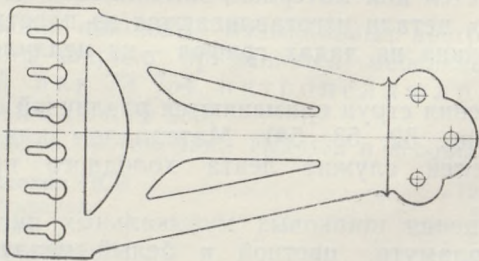


Рис. 52. Струнодержатель для гитары



ЛАДОВАЯ ПРОВОЛОКА

В производстве щипковых инструментов ладовые пластины изготавливаются из латунной, медной, а также нейзильберовой проволоки. Проведенная лабораторией фабрики имени Луначарского работа по исследованию свойств латунной и медной проволоки показала, что проволока марок Л-62, Л-68 ГОСТ 1066—58 отвечает требованиям, предъявляемым к материалу для изготовления ладовых пластин.

Процесс производства ладовых пластин в основном состоит из одной операции — протяжки на специальном станке круглой латунной проволоки в роликах с обжимом половины сечения под «ножку» ладовой пластины и рифлении ее для прочной посадки в пропилены грифа.

СТРУННАЯ ПРОВОЛОКА

Металлические струны для щипковых инструментов изготавливаются из стальной проволоки, способной выдерживать большие напряжения без остаточных деформаций. Этому требованию отвечает специально изготавливаемая музыкальная стальная проволока из стали марки У9-А с пределом прочности не менее 260 кг/мм^2 .

Если учесть, что в некоторых инструментах напряжение в материале струны, с учетом дополнительного натяжения, составляет $160—180 \text{ кг/мм}^2$, то становится ясным, что запас прочности струнной проволоки сравнительно невелик. Поэтому к струнной проволоке предъявляются очень высокие требования, изложенные в технических условиях, прилагаемых в конце книги.

Для навивки применяются: латунная проволока марки Л-6 (ГОСТ 1066—58) с временным сопротивлением разрыву $35—40 \text{ кг/мм}$, медная проволока марки ММ (ГОСТ 2112—46) с временным сопротивлением разрыву $25—27 \text{ кг/мм}$.

Для защиты струн от коррозии можно рекомендовать окисное покрытие, проводимое в воздушной среде при температуре $280—290^\circ \text{C}$.

Жильные струны изготавливаются из тонких полос, нарезанных из овечьих кишок, которые скручиваются на крутильных станках и подвергаются затем дальнейшей химической обработке и тщательной шлифовке.

От качества жильных струн во многом зависит правильность и чистота их звучания и звучание инструмента в целом (особенно арфы). Поэтому жильные струны должны отвечать следующим требованиям.

1. Неокрашенные струны должны быть монолитными, прозрачными, светло-желтого цвета; поверхность должна быть гладкая, без бугорков и трещин, правильной цилиндрической формы.

2. Струны *до* и *фа* всех октав должны быть окрашены:

струны *до* — в красный цвет, струны *фа* — в синий или черный цвета. Прокраска должна быть глубокой.

3. Разрывное напряжение при испытании струн на разрыв должно быть не менее 35 кг/мм^2 для 0 и I октав, 30 кг/мм^2 для II октавы, 25 кг/мм^2 для III октавы, 20 кг/мм^2 для IV октавы и 15 кг/мм^2 для V октавы.

4. Удлинение струны при разрыве должно быть не менее 15% по отношению к первоначальной длине.

5. Различие диаметров на участке 50 см за счет конусной струны не должно превышать $0,03—0,04 \text{ мм}$.

6. Плотность струн в среднем должна быть $1,36 \text{ г/см}^3$.

Глава VI

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЩИПКОВЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Для изготовления щипковых музыкальных инструментов применяется большая номенклатура различных материалов. Наибольший удельный вес имеют древесные материалы, поэтому производство щипковых музыкальных инструментов относится к группе деревообрабатывающих производств.

Музыкальные инструменты характеризуются сложной конструкцией и состоят из большого количества деталей разных форм и размеров. Каждая деталь имеет свой технологический процесс изготовления. Совокупность же технологических процессов отдельных деталей и составляет процесс производства всего изделия.

Технологический процесс производства щипковых музыкальных инструментов разделяется в определенной последовательности: раскрой, сушка, обработка черновых заготовок, склеивание и фанерование заготовок, сборка узлов и изделий, обработка узлов и изделий и отделка.

РАСКРОЙ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЗАГОТОВКИ

РАСКРОЙ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Раскрой древесных материалов на заготовки заключается в их распиливании вдоль и поперек волокон на нужные размеры так, чтобы их качество соответствовало техническим условиям и чтобы выход заготовок был наибольшим. Заготовки для щипковых музыкальных инструментов, в зависимости от размеров деталей, выпиливаются однократные или многократные.

Первой операцией при раскросе пиломатериалов рекомендуется разметка досок. Раскрой без предварительной разметки снижает выход заготовок на 8—9%, что является экономически нецелесообразным. Разметка досок производится на специальных разметочных столах.

Разметка заключается в рациональном расчерчивании доски на заготовки, при этом инструментом разметчика является ка-

рандаш и набор различных шаблонов заготовок. Шаблоны имеют форму и размеры заготовок, которые чаще всего изготавливаются из клееной фанеры. Перед разметкой доска осматривается с обеих сторон, оценивается наиболее рациональный раскрой.

Разметчики должны в совершенстве знать технические условия на заготовки и необходимый ассортимент заготовок. От квалификации разметчиков зависит выход качественных заготовок.

Наиболее эффективным способом раскроя пиломатериалов на заготовки является раскрой по разметке с предварительной строжкой одной или двух пластей доски. Строжка позволяет лучше различать дефекты древесины, в связи с чем качество разметки улучшается.

Предварительная строжка требует дополнительного оборудования, производственных площадей и затрат на транспортировку и строжку, но зато обеспечивает увеличение выхода заготовок на 2—3%.

Торцевание досок на концы производится на шарнирных, маятниковых и суппортных торцовочных станках с автоподачей. Суппортные станки обеспечивают производительность в 1,5—2 раза большую, чем маятниковые и шарнирные. На торцовочных станках доска распиливается на отрезки заданной длины с вырезкой дефектов.

Распиловка отрезков по ширине производится на круглопильных станках с механической или ручной подачей. Наиболее совершенным является прирезной станок типа ЦДК-4.

Прямолинейные заготовки листовых пород по ширине и толщине (ребровая распиловка) выпиливаются на круглопильных станках с ручкой и механической подачей одноконическими пилами диаметром 500—600 мм, криволинейные заготовки (балалаечная клепка, балалаечные головки и т. д.) — на столярных ленточнопильных станках.

Тонкие узкие заготовки, как например мандолинная клепка, распиливаются по толщине на фрезерных станках набором пил, между которыми установлены прокладочные кольца определенной толщины.

Раскрой резонансовых пиломатериалов на дощечки для дек производится с предварительной строжкой досок с двух сторон на двух- или односторонних рейсмусовых станках. Выторцовка отрезков строганой доски, годных для изготовления дощечек, производится на торцовочных станках, распиловка досок по толщине (ребровая распиловка) — на ребровых ленточнопильных станках ЛС-100.

В связи с высокой стоимостью резонансовых пиломатериалов очень важно получить максимальный выход дощечек для дек. Поэтому экономически целесообразным является построение зарплаты раскройщиков в зависимости от полученного процента выхода дощечек. Отрезки досок на раскрой выдаются раскрой-

щикам по весу и полученные дощечки принимаются тоже по весу. Соотношением весов устанавливается полученный раскройщик процент выхода дощечки.

При раскросе очень важно получить больше длинных дощечек для дек гитар, так как обычно коротких дощечек для дек балалаек и мандолин получается больше, чем нужно. Поэтому выгоднее получить одну дощечку для деки гитары длиной 475 мм, чем две дощечки для балалаек длиной 320 мм.

РАСКРОЙ КЛЕЕНОЙ ФАНЕРЫ, СТРОГАНОЙ ФАНЕРЫ И ШПОНА

Дно, контрбечайки гитар, плоских и полуовальных мандолин изготавливаются из клееной фанеры (ГОСТ 3916—55) марки ФК и ФБА. На лицевой стороне дна допускаются только косослой, свилеватость, завитки, симметрично расположенная прорость, поэтому клееная фанера по качеству должна быть не ниже сорта А.

Для получения дна листы фанеры распиливаются на столярных ленточнопильных или круглопильных станках поперек волокон на полосы, ширина которых должна быть на 15—20 мм больше длины дна.

Полученные полосы с помощью шаблонов, имеющих форму и размеры дна, размечаются с одновременной пометкой центра и производится раскрой полос вдоль волокон на заготовки для дна. Полученные заготовки сколачиваются гвоздями в пачки по 8—10 шт. и производится выпиливание по контуру на столярных ленточнопильных станках ЛС-80 полотном пилы шириной 10—15 мм.

Дно может изготавливаться из шпона и строганой фанеры. В этом случае до разметки производится раскрой шпона и фанеры, прифуговка, склейка их на кромку и фанерование.

Клееная фанера, непригодная для дна по качеству, используется для изготовления поперечных контрбечаяек. Для этого листы фанеры раскраиваются на многократные заготовки заданных размеров на круглопильных или столярных ленточнопильных станках. Поперечные заготовки сколачиваются гвоздями в пачки по 8—10 шт. Пачка заготовок опиливается вдоль волокон на заданную длину на тех же станках, после чего она распиливается на заданную ширину контрбечаяек поперек волокон. Наиболее совершенным способом торцовки и раскроя заготовок является разрезка их на дисковых станках, у которых режущим инструментом является не пила, а дисковые ножи. В этом случае происходит безопилочное резание, что обеспечивает экономию материала и улучшает качество контрбечаяек.

На рис. 55 показан станок для раскроя клееной фанеры с дисковыми ножами. Станок состоит из станины, верхнего и нижнего валов, стола и привода. На валах станка укреплены дисковые ножи толщиной 0,8—1 мм, между которыми

имеются кольца толщиной, равной требуемой ширине контрбечаяек. Ножи на верхнем и нижнем валах установлены так, что они перекрывают друг друга на 0,5—1 мм. Дисковые ножи имеют угол заточки 25—30°. Мощность двигателя 2 квт. Подача осуществляется подающим валом.



Рис. 55. Станок для раскроя клееной фанеры с дисковыми ножами

Раскрой шпона и строганой фанеры на заготовки для бечаяек, нижних дек и панцирей производится по шаблонам с помощью ручных пил. Каждый лист шпона осматривается; на места, пригодные для тех или иных деталей, накладывается соответствующий шаблон и по контуру шаблона ручной пилой выпиливается заготовка. Такой способ обеспечивает получение максимального выхода заготовок нужного качества и ассортимента.

Раскрой пачек шпона по длине и ширине для продольных контрбечаек и обкладочных жилок производится на столярных ленточнопильных, круглопильных и бумагорезательных станках.

ТОЧНОСТЬ РАСКРОЯ

В целях экономии древесины необходимо в заготовках иметь минимальные припуски. Это возможно только при условии соблюдения определенной точности раскроя. По данным профессора Ф. М. Манжоса, средняя точность раскроя должна соответствовать данным, приведенным в табл. 31.

Таблица 31

Торцовочные станки	Суммарные отклонения	
	по длине детали в мм	по углу между торцовыми и боковыми гранями в град.
Маятниковые и балансирно-педальные	3—4	1—2
Шарнирные	2	1—2
Суппортные	0,5—1	0,5—1

Средняя точность распиливания досок и брусков вдоль приведена в табл. 32.

Таблица 32

Торцовочные станки	Суммарные отклонения				
	по ширине и толщине в мм	по углу между гранями в °	по прямолинейности при длине в мм		
			до 500	до 1000	до 2000
Круглопильные с ручной подачей	1—3	1—1,5	1	1,5—2	3—4
То же с вальцовой подачей	1—3	1	—	1,5—2	3—4
» » » гусеничной подачей	0,5—2	1	—	0,5—0,75	1—1,5
Ленточнопильные столярные	1,5—3	1—1,5	1	— 2	3

Эти отклонения характеризуют неточность работы станков и не учитывают отклонения, возникающие в результате коробления заготовок.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЧЕРНОВЫХ ЗАГОТОВОК

Черновые заготовки до их обработки должны быть высушены до влажности $8 \pm 2\%$. Сухие заготовки, как правило, имеют неправильную форму (продольное и поперечное коробления), их размеры имеют значительные колебания, а поверхность — следы распиловки.

Задача механической обработки заключается в придании заготовкам правильной формы, точных размеров, заданного профиля и необходимой чистоты поверхности. Она может быть выполнена только при наличии у заготовок чистовых баз, с помощью которых заготовка точно устанавливается на станке для последующей обработки.

Первой операцией на этой стадии обработки для большинства деталей является создание базовых поверхностей, что достигается выравниванием-обстрагиванием одной из пластей заготовки, иногда пласти и кромки, на фуговальных станках с ручной или механической подачей.

Для выравнивания пласти задний стол станка устанавливается касательно к поверхности цилиндра, описываемого лезвиями ножей, а передний стол — ниже на величину снимаемого слоя за один проход. Разность уровней заднего и переднего столов колеблется в пределах 1,3—1,5 мм. При этих условиях, как правило, удается выверить пласт заготовки под плоскость за два прохода. После выверки пласти деталь поворачивается на 90°, прижимается выверенной пластью к направляющей линейке, установленной к столу под углом 90°, и производится обстрагивание кромки. Обрабатываемая заготовка вогнутой стороной кладется на стол и надвигается на ножовой вал. После первого прохода осматривают, есть ли на ней непроstroганные места. При наличии недоstroжки фугование повторяется. При stroгании необходимо учитывать направление волокон древесины.

После выверки пласти и кромки под плоскость и прямой угол производится stroжка в размер на рейсмусовых станках. Учитывая, что размеры деталей музыкальных инструментов небольшие, наиболее приемлемыми являются рейсмусовые станки СР6-5Г для крупных деталей и СР3-1 для мелких деталей.

Конструкция рейсмусовых станков позволяет получить после stroгания параллельность сторон заготовки и точный размер по поперечному сечению. Установка станка на заданный размер производится поднятием или опусканием стола.

После придания заготовкам правильной формы в сечении производится торцовка по длине на заданный размер на круглопильных станках с кареткой или концевальными.

Наиболее совершенной технологией придания брусковым заготовкам правильной формы и заданных размеров является обработка их на поточных полуавтоматических линиях, где фуговальные, stroгальные и круглопильные станки расставлены по потоку и связаны между собой транспортными устройствами. На рис. 56 показана поточная полуавтоматическая линия, работающая на фабрике имени Луначарского.

Создание базовых поверхностей и придание заготовкам правильной формы производятся у таких деталей, как ручки, головки, подставки, пятки, наращенные. После придания заготовкам

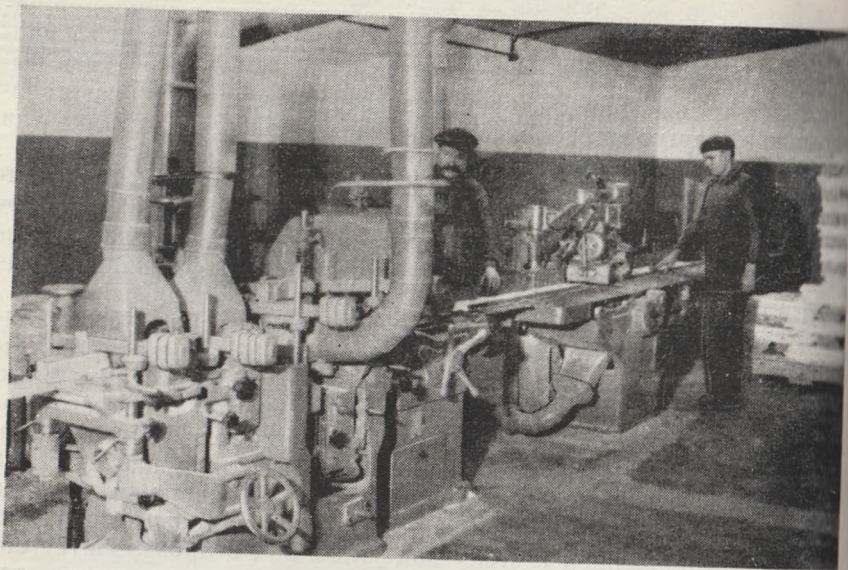


Рис. 56. Поточная полуавтоматическая линия по обработке брусковых деталей

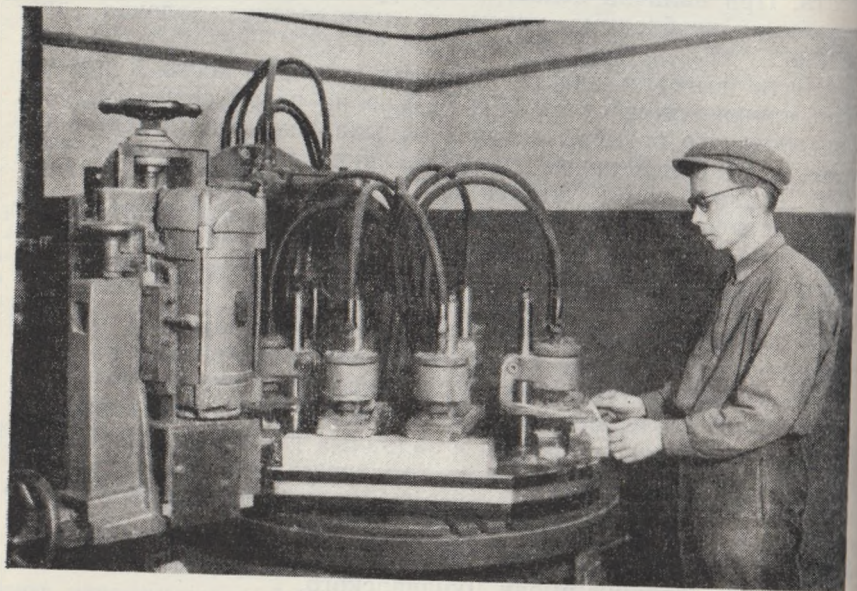


Рис. 57. Обработка кромок ручек гитар на карусельно-фрезерном станке

правильной формы производится обработка их профиля, выборка пазов и отверстий.

Коническая форма придается головкам и ручкам обработкой их на фрезерных станках или на фрезерно-карусельных (рис. 57). Режущим инструментом в обоих случаях является ножевая головка. Кромки головки после обработки должны быть перпендикулярны пластям.

Торцы головок по заданному профилю обрабатываются на фрезерных станках фрезами различных профилей. Для обработки головки по 20 шт. зажимаются в цулаге и надвигаются на режущий инструмент (рис. 58).

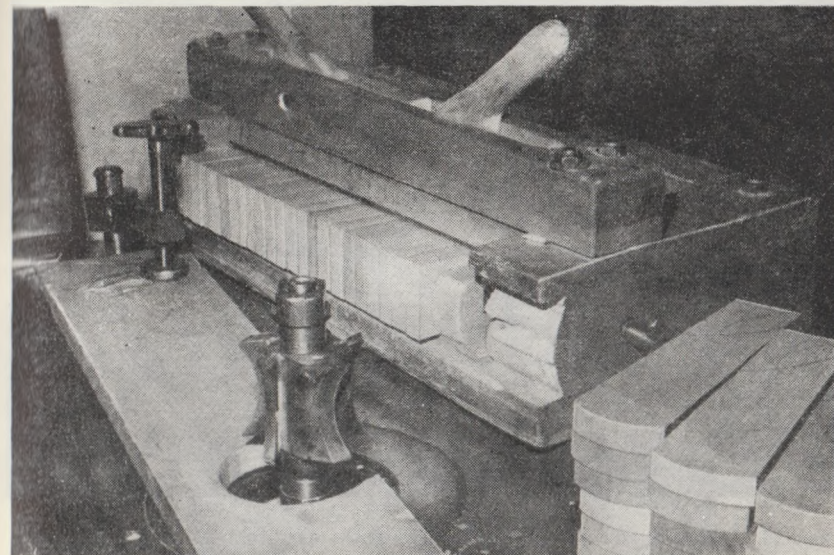


Рис. 58. Обработка торцов головок на фрезерном станке

Пазы-пролетки у гитарных головок выбираются также на фрезерных станках. Два паза выбираются специальной фрезой за четыре приема. Каждый раз головка закрепляется в цулаге и обработка производится по кольцу (рис. 59). При фрезеровании обрабатываемую деталь необходимо надвигать плавно, со скоростью подачи, обеспечивающей требуемую чистоту поверхности и исключаящую заколы.

Фрезерование деталей производится на фрезерном станке Ф-4, имеющем 5000—8000 оборотов шпинделя в минуту, что гарантирует необходимую чистоту поверхности.

Отверстия в головках для крепления колковой механики высверливаются на многошпиндельных сверлильных станках. У гитарных головок это производится до выборки пазов. Головки закрепляются на станке в специальном приспособлении, после

чего производится сверление отверстий (рис. 60). Одновременно отверстия высверливаются у двух головок.

Наклейки, клепки, стрелки обрабатываются по толщине на заданный размер на рейсмусовых станках; выверка пласти, в связи с малой толщиной, не требуется. Кромки у клепок для балалаек обрабатываются на фрезерных станках. В цулаге закрепляется одновременно несколько клепок и надвигаются на ножевую головку, закрепленную на шпинделе фрезерного станка.



Рис. 59. Выборка пазов (пролеток) у гитарных головок на фрезерном станке

Ручки мандолин, балалаек и оркестровых инструментов в месте соединения их с будущим корпусом имеют клец, который должен быть обработан по заданному профилю. Для создания на конце ручки утолщения для будущего клеца, в целях экономии материала, приклеиваются на клеильно-веерных станках кусочки древесины (рис. 61).

Обработка профиля и клеца ручки производится на фрезерных станках различными режущими инструментами за несколько приемов. На рис. 62 показана обработка клеца ручки овальной мандолины. Для обработки ручка закрепляется в вертикально-наклонном положении в цульге и обрабатывается фрезой.

Заготовки для пружин строгаются по толщине в размер, равный высоте пружин, после чего они распиливаются набором строгальных пил на фрезерном станке с механической подачей.

Между пилками установлены фрезы толщиной, равной толщине пружин. Эти фрезы одновременно с распиловкой обрабатывают овал на кромке пружин. Фрезерование концов у каждой пружины производится на фрезерных станках специальной фрезой.

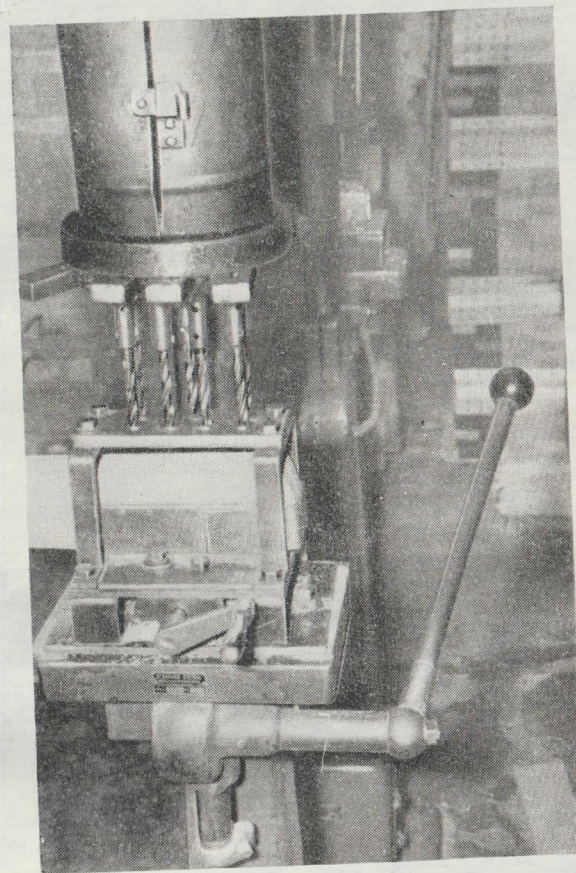


Рис. 60. Сверление отверстий в головках для крепления колковой механики на многошпindelном сверлильном станке

Контробечайки для балалаек имеют сложный профиль. Кромки контробечайки в разных местах находятся под разными углами к пласти, что обуславливается формой балалайки. Выпиливание контробечайки заданного профиля производится из заготовки на ленточнопильных станках в цулагах, имеющих движение по направляющим с переменным положением пласти

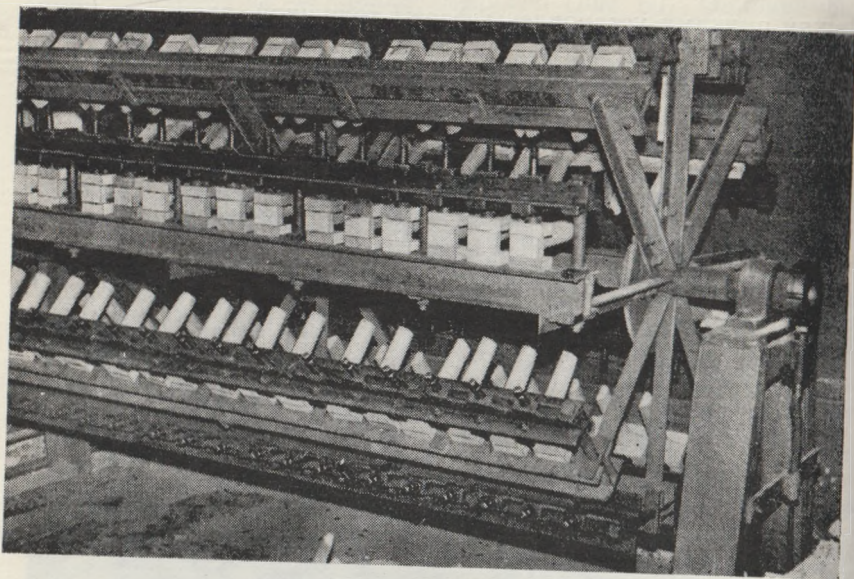


Рис. 61. Клеильно-верный пресс для приклеивания наращений к ручкам мандолин

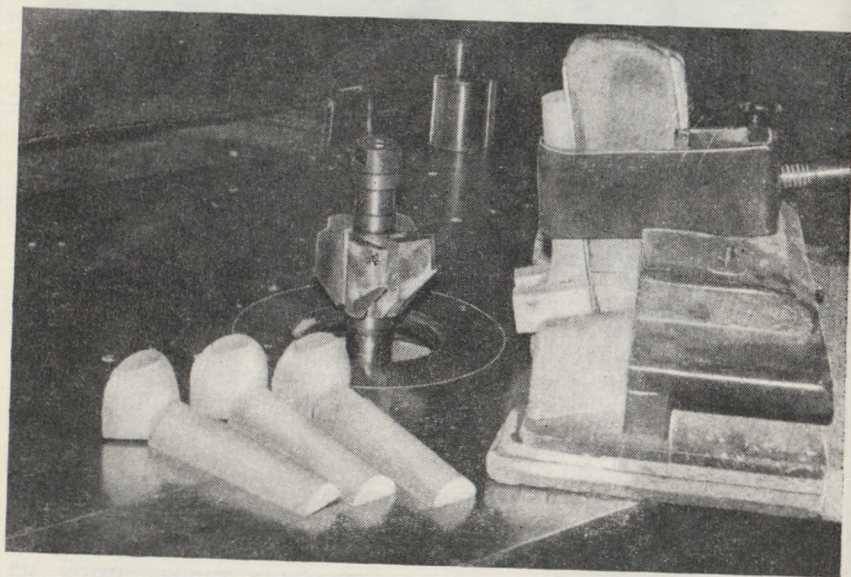


Рис. 62. Обработка клеца ручки овальной мандолины на фрезерном станке

и кромки заготовки (рис. 63), что обеспечивает переменный угол между пластью и кромкой.

Подставки гитар проходят многократную обработку на фрезерных станках: фрезерование торцов, заovalивание кромок с двух сторон с одновременным фрезерованием верхней части, выборка места под порожек, фрезерование боковой галтели и усов.

Сверление отверстий в подставках под струны производится на многошпindelных станках сверлами различных диаметров.

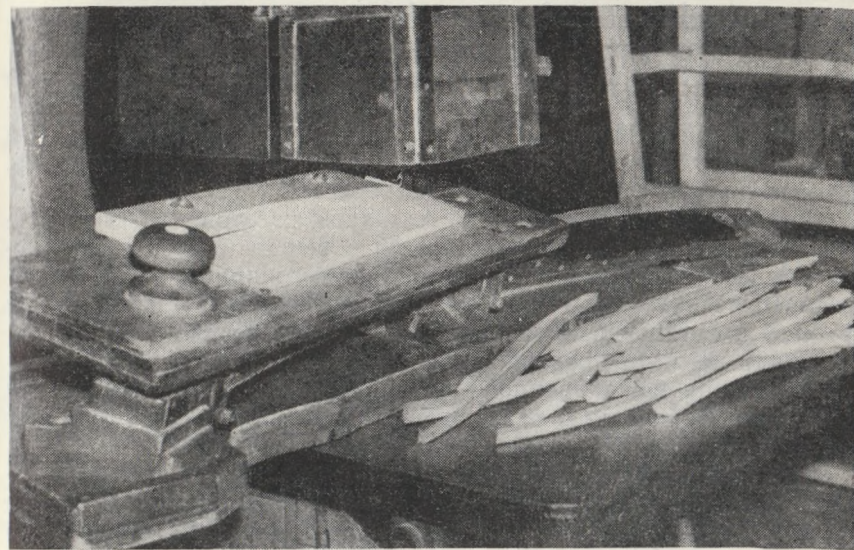


Рис. 63. Выпиливание контрбечаяк для балалаек на ленточнопильном станке

Профиль балалаечных подставок создается обработкой заготовок на токарных станках. Распиливается выточенная заготовка на фрезерном станке.

Технологический процесс изготовления деталей щипковых инструментов специфичен, сложен и разнообразен.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФАНЕРОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Фанерованием называется процесс приклеивания строганой фанеры или лущеного шпона к деталям, изготовленным из хвойных и других пород древесины. Кроме того, в производстве щипковых музыкальных инструментов под фанерованием принято понимать склеивание заготовок деталей из двух или трех слоев лущеного шпона и строганой фанеры. Фанерованию подвергаются обечайки, дно гитар, плоских мандолин и задники балалаек.

Процесс фанерования состоит из трех этапов: подготовка основы под фанерование, подготовка фанеры и фанерование (наклеивание фанеры на основу).

Подготовка основы к фанерованию. Основой обечаек и дна гитар, плоских мандолин является лущеный шпон толщиной 1,15—1,5 мм. Операция подготовки основы заключается в раскрое пачек шпона по длине и ширине, фуговке кромок и склеивании.

Раскрой пачек шпона по длине, равной ширине четырех обечаек, с припуском на распиловку 30—40 мм, производится на круглопильных станках, прифуговка кромок — на кромкофуговальных, фуговальных и фрезерных. Фуговка кромок производится пачкой толщиной 50—70 мм. Склеивание шпона основы обечаек на кромку производится на специальных ручных прессах или ребросклеивающих станках. Ширина основы обечайки должна быть равна длине обечайки плюс припуск на торцовку. Основа должна быть склеена без провесов.

Подготовка основы задинок балалаек, изготовленных из древесины сосны или ели, заключается в выравнивании поверхности и удалении сучков, серянок, задиров и жирных пятен. Кинематические неровности глубиной более 0,02 мм и длиной волны более 3 мм на поверхности основы не допускаются.

Сучки на основе совершенно недопустимы, так как они будут выступать на фанерованной поверхности. Кроме этого, фанера плохо приклеивается к торцовой поверхности сучков, что влечет к появлению чужер.

Сучки и серянки удаляются путем высверливания и постановки на их место пробок-заделок. Пробки изготавливаются из той же породы древесины и ставятся на клей. Направление волокон в пробках должно совпадать с направлением волокон в основе.

Мелкие неровности, задиры, трещины, выколы зашпаклеваются специальной замазкой, приготовленной из древесного угля, древесной муки и плавленого мела на клеевом растворе.

Подготовка облицовочной фанеры или шпона. Подготовка облицовочного шпона или строганой фанеры для обечаек состоит в раскрое на заготовки по специальным шаблонам, как было описано ранее, и стягивании четырех однократных или двух двухкратных заготовок гуммированной лентой по торцам.

Подготовка облицовочной фанеры для дна заключается в разметке, раскрое по длине и ширине, подборе по текстуре и прифуговке кромок. Склеивание облицовочной фанеры для дна производится так же, как основы для обечаек и дна.

Лицевая и внутренняя стороны дна должны изготавливаться одинаковой толщины и из одной породы древесины. Несоблюдение этого условия приводит к короблению дна и непригодности его в использовании.

Основа дна изготавливается из березового шпона толщиной 1,5 мм. Направление волокон основы дна перпендикулярно лицевой и внутренней рубашкам. Для изготовления же дна высококачественных изделий основа (серединка) изготавливается из клееной фанеры толщиной 1,5 мм.

Наклеивание фанеры на основу. Фанерование — склеивание листов шпона и фанеры состоит из ряда операций: нанесение клея, формирование пакета, запрессовка, выдержка в запрессованном состоянии и распрессовка.

Для фанерования чаще всего применяется клей М-4 и К-17. Фанерование может быть холодным — без нагрева, и горячим — с нагревом.

Нанесение клея на основу производится клеенамазочными вальцами или широкой кистью. В связи с вредностью клеев К-17 и М-4 у места нанесения клея должна быть хорошая вентиляция.

Формирование пакетов заключается в укладывании склеиваемых деталей в стопы. Для предотвращения склеивания между листами укладывают прокладки (металлические листы или листы клееной фанеры). Высоту стопы определяют в зависимости от высоты промежутка в прессе и от времени формирования стопы. Время при склеивании клеями М-4 и К-17 холодного отвердения допускается в пределах 30—35 минут.

Запрессовка может производиться в механических, гидравлических или пневматических прессах. Наиболее удобными являются гидравлические прессы. У этих прессов имеются две чугунные платформы: верхняя и нижняя. Верхняя платформа — неподвижная, а нижняя движется при помощи поршня и подаваемой под него прессы воды или масла. Давление на фанеруемые детали регулируется.

При фанеровании без подогрева требуется длительная выдержка фанеруемых деталей в прессе. Для увеличения производительности прессов ими используются только для первоначального зажима, а пакеты выдерживают в запрессованном состоянии в специальных стяжках. В этом случае пакет укладывается не на плиту прессы, а на толстый деревянный щит, под которым уложены двутавровые балки. Сверху на пакет укладывают второй щит, на который также кладут балки строго против нижних. Верхние и нижние балки должны выступать за края пакета. Пакет в таком виде запрессовывают, давление запрессовки колеблется от 5—10 кг/см². После этого концы балок стягивают специальными стяжками и пакет выгружается из прессы на припрессовый рольганг для выдержки. Фанерование обечаек в гидравлическом прессе, винтовые стяжки показаны на рис. 64, 65.

Фанерованные обечайки размечаются по ширине на столе со световой щелью, распиловка по ширине и торцовка по длине производятся на круглопильных станках.

Готовые обечайки подбираются по текстуре, комплектуются по 25 шт., связываются в пачки и поступают на сборку.

Фанерованные детали (дно и задинки для балалаек) размечаются по шаблонам и опиливаются по разметке на ленточно-пильных станках.

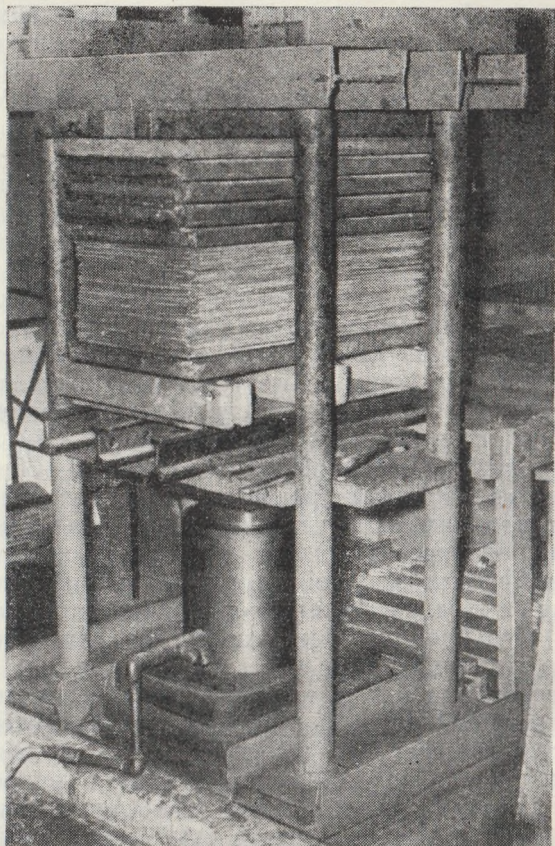


Рис. 64. Фанерование обечайек гитар в гидравлическом прессе

Для устранения трещин на фанеруемых деталях рекомендуется облицовочную фанеру или лущеный шпон перед склеиванием подсушивать до влажности 5—6%.

Местная непроклейка — чиж или полное отставание наблюдается при голодной клеевой прослойке, жировых пятнах на склеиваемых поверхностях, запоздалой или слишком быстрой запрессовке, недостаточном давлении при запрессовке. Кроме этого, расклеивание может быть в результате некаче-

ственного клея. Верхний щит рекомендуется делать так, чтобы при запрессовке давление начиналось от центра и распространялось к краям.

Для обеспечения качественного фанерования необходимо строго соблюдать режимы. Несоблюдению режимов, применение некачественного клея приводит к неисправимому браку.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕК

Резонансовая дека является одной из наиболее ответственных частей музыкального инструмента. Она представляет собой щит, склеенный из отдельных дощечек.

По всей площади дека должна быть однородной по своим физическим свойствам. Все дощечки, входящие в щит, должны иметь одинаковый цвет. Невыполнение этого условия создает полосатость деки, так как неоднородная по цвету и строению древесина обладает различными свойствами. Желательно, чтобы в дощечках, входящих в один щит, направление косослоя было в одну сторону. Это уменьшает разноцветность дощечек в деке после обработки, а также снижает потери в дальнейшем процессе производства.

Влажность дощечек, входящих в один щит, должна быть одинаковой и не превышать $6 \pm 2\%$. Для выравнивания влажности и напряжений в дощечках необходимо перед сборкой их в щиты обеспечить выдержку в хорошо проветриваемых помещениях с температурой воздуха 16—20° и влажностью 50—60%. Изготовление дек из невыдержанной резонансовой дощечки приводит к растрескиванию их в изделии или в процессе обработки.

Процесс сборки дек начинается с набора комплекта дощечек одинакового цвета с допустимой разницей в ширине годичных слоев и без недопустимых пороков древесины и обработки. Ширина щита должна быть подобрана без скалывания дощечек по ширине, с отклонением от номинального размера

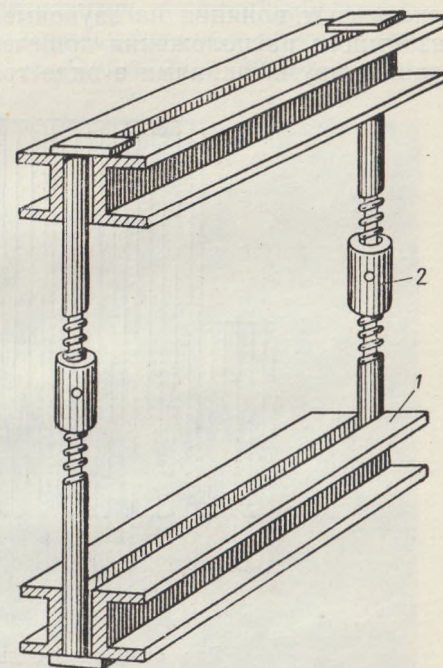


Рис. 65. Винтовые стяжки:
1 — двутавровые балки; 2 — стяжки

не более как ± 5 мм. Это условие вполне выполнимо, так как дощечки при раскрое получают различной ширины — от 40 мм и выше. Неправильный подбор дощечек по ширине щита приводит к излишнему расходу дорогостоящей резонансовой древесины.

Щит для деки обычно состоит из 5—7 дощечек. Количество дощечек и фуг в щите, как показали исследования, почти не оказывают влияния на звуковые качества деки. Для фиксации взаимного расположения дощечек щит перечеркивается карандашом двумя линиями в виде треугольника (рис. 66).

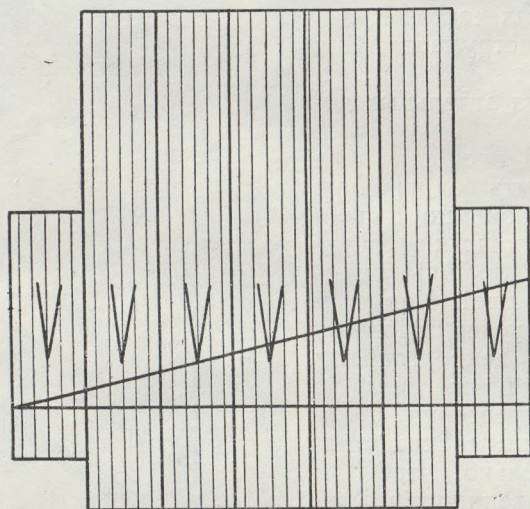


Рис. 66. Подобранный щит для деки

Для качественного подбора щита деки необходимо хорошее освещение рабочих мест — лучше лампами дневного света.

Прифуговка кромок перед склеиванием щитов производится на фуговочных станках с шириной стола 200 мм (рис. 67). Фуговка кромок должна быть исключительно тщательной, фуги после склеивания щита не должны быть заметны. Фуговка производится в «лощинку», т. е. посредине кромок дощечек делается небольшой просвет для лучшей склейки щита. Это необходимо вследствие применения, с целью экономии, коротких крайних дощечек в щите, так как в этом случае зажим щита при склеивании может быть осуществлен только посредине. При отсутствии «лощинки» может быть расхождение концов дощечек по фугам. Если крайние дощечки щита имеют длину нормальную, то необходимость строжки в «лощинку» отпадает, так как зажим щита при склеивании может быть не в середине, а по краям.

От качества прифуговки кромок зависит качество дек, поэтому содержанию фуговальных станков, подготовке и установке ножей, обучению рабочих должно уделяться максимальное внимание.

Как показала практика, получить хорошую фугу можно при числе оборотов ножевого вала 4500—5000 в минуту и скорости подачи при фуговании 6—10 м в минуту.

Склеивание щитов дек производится в клеильноверных прессах (рис. 68). Каждая секция клеильноверного пресса имеет винтовое зажимное устройство для запрессовки щитов и при-

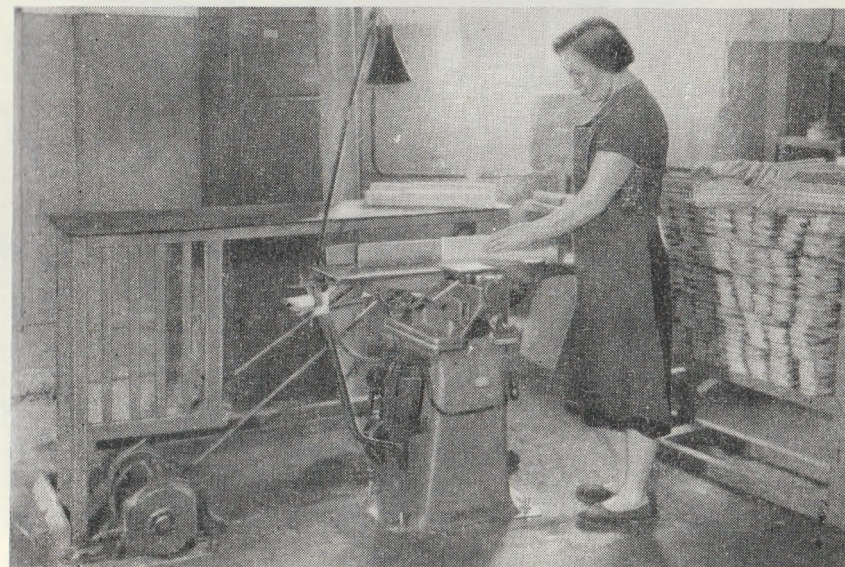


Рис. 67. Фугование кромок резонансовых дощечек

жимную рамку для предотвращения выпучивания при зажиме. Склеивание производится желатиновым или синтетическим клеями М-70, К-17. При склеивании желатиновым клеем применяется клеевой раствор концентрацией 25—30% с добавлением 5—6% литопона как отбеливающего материала. Температура помещения 18—22°, температура клеевого раствора 70—80°. Время нанесения клея на кромки дощечек, раскладывание их в станке и запрессовка должны быть непродолжительными и занимать не более 1 минуты. При запрессовке щитов положение дощечек должно быть выравнено постукиванием по ним молотком во избежание больших провесов. Давление при запрессовке должно быть не менее 2—3 кг/см², выдержка в прессе — не менее 1—1,5 часа.

Применение синтетических клеев М-70 и К-17 обеспечивает

необходимое качество, но лимитируется более длительной запрессовкой при использовании клеев холодного отверждения трудностями нагрева склеиваемых щитов при использовании клеев горячего отверждения.

При склеивании клеями холодного отверждения требуется выдержка щитов в запрессованном состоянии 2—3 часа. Эти обстоятельства привели к склеиванию щитов смолой М-70 с раздельным нанесением смолы и отвердителя (щавелевой кислоты) на кромки склеиваемых дощечек. Склеивание щитов дек клеем

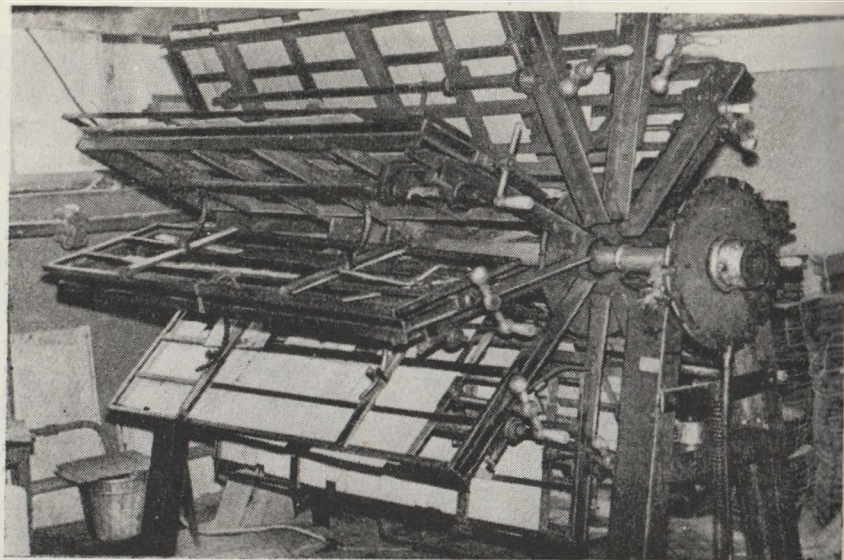


Рис. 68. Клеильноверный пресс для склеивания резонансовых щитов

М-70 с раздельным нанесением смолы и отвердителя внедрено на фабрике имени Луначарского. Это очень удобно, так как мы не связаны с жизнеспособностью клеевого раствора и можем вводить большее количество отвердителя, что ускоряет полимеризацию клея. Режим склеивания в этом случае следующий: давление запрессовки 5—8 кг/см², выдержка в запрессованном состоянии 30—40 минут, температура помещения 16—20°.

Применение синтетических клеев требует наличия вентиляции у клеильноверных прессов, так как эти клеи вредны.

Склеенные щиты перед дальнейшей обработкой должны быть выдержаны не менее 24 часов. Для снятия провесов, образовавшихся при склеивании щитов, они шлифуются с двух сторон на трехцилиндровых шлифовальных станках с гусеничной подачей. Шлифование производится шлифовальной шкуркой на полотне зернистостью 24, 36, 46, последовательно за-

крепленной на цилиндрах станка. Шлифованные щиты складываются в пачки по 12 шт. с соблюдением параллельности направления годичных слоев.

На верхнем щите по шаблону размечается контур деки, по которому на ленточнопильном станке выпиливается пачка дек. После выпиливания в деки врезаются различные украшения (розетки, панцири, уголки различных разновидностей). Различия в форме украшений на деках определяются конструкцией инструментов и способом игры на них. В гитарах, где звук извлекается щипанием струн пальцами, применяются розетки различного вида и размера. На балалайках, мандолинах и домрах, где при игре медиатором или пальцами можно поцарапать деку, применяются панцири различной формы и конструкции.

Панцири, розетки и уголки изготавливаются из березового шпона, моренного в различные цвета, или из фанеры ценных пород древесины (орех, красное дерево и др.). Шпон и строганая фанера для панцирей, розеток и уголков должен иметь толщину не менее 1 мм, при меньшей толщине появляется опасность проциклевки и шлифовки в процессе обработки.

Вклеенные в деки украшения в виде розеток и панцирей связывают деку и препятствуют свободному изменению ее размеров. Поэтому часто на деках, в зоне розеток и панцирей, появляются трещины. Для предотвращения этого явления рекомендуется розетки и панцири вклеивать в деки не ранее 5—8 дней после склеивания щитов. Это время может быть сокращено до 1—2 дней за счет подсушки склеенных щитов дек в специальных сушильных шкафах с температурой 40—45°. Кроме этого, для уменьшения растрескивания дек в зоне панциря следует при конструировании дек стремиться к уменьшению габаритных размеров панцирей и розеток.

Розетки на деках гитар могут быть простые — в виде набора жилок и сложные — с инкрустацией. Набор жилок состоит из нескольких чередующихся белых и мореных жилок. Набор жилок розетки вклеивается в паз, выбираемый на вертикальном сверлильном станке перовым сверлом, укрепленным на крестовине. Паз под набор жилок розетки выбирается глубиной 1,75 мм и шириной — по набору жилок. Набор жилок смачивается клеем и вставляется в выбранный паз, при этом концы жилок в месте стыка срезаются ножом на ус. Место стыка жилок розетки делается сверху деки, в месте, которое впоследствии будет закрыто грифом гитары. Деки с вклеенными розетками выдерживаются в течение 2—3 часов, после чего снимаются провесы вклеенной розетки, шлифуются на заданный размер и поступают снова на вертикальный сверлильный станок для высверливания резонаторного отверстия.

На деках высококачественных гитар применяются инкрустированные розетки из фанеры, моренной в различные цвета, из пластмассы, перламутра и т. д. В этом случае предварительно

изготавливаются розетки высококвалифицированным врезчиком с последующим вклеиванием ее в выбранный паз на деке.

До разметки щитов процесс изготовления балалаечных дек тот же, что и гитарных. На деки балалаек щиты подбирают по ширине с расчетом получения двух дек. На сверлильном вертикальном станке в щите высверливается два гнезда под кружки розетки глубиной 1—1,2 мм. На этом же станке из цветной фанеры или мореного шпона толщиной 1—1,15 мм изготавливаются кружки размером под выбранный паз.

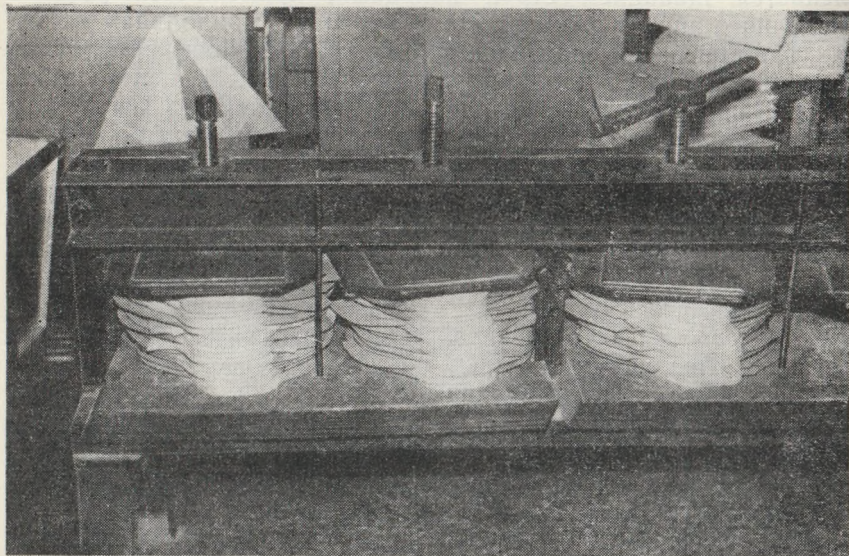


Рис. 69. Винтовые пресса для запрессовки вклеенных кружков, розеток и панцирей

В выбранный паз впритирку вклеиваются кружки. Деки с вклеенными кружками укладываются в пачки по 25 шт. и запрессовываются в винтовых или пневматических прессах (рис. 69). В местах кружков, между деками, прокладываются листы бумаги для предотвращения склеивания дек. В прессе деки выдерживаются 2—2,5 часа, после чего на вертикальном сверлильном станке высверливаются резонаторные отверстия.

На щите у одной деки размечается карандашом осевая линия, после чего деки укладывают по 15 шт. в цулагу, надевая их резонаторным отверстием на штырь цулаги с совмещением осей дек. На верхнем щите пачки по шаблону размечается контур деки и производится выпиливание пачки дек на ленточнопильном станке. Одновременно с выпиливанием на нижней кромке пилой делается метка-запил, что в дальнейшем будет

являться базой для выборки площадок под уголки. Из оставшихся после выпиливания одной деки половинок, после их профуговки, склеивают впритирку вторую деку. Такая технология изготовления дек обеспечивает экономию резонансовой дощечки.

Полученные вторые деки шлифуют, размечают осевые линии, укладывают в цулагу по 15 шт., размечают контур и выпиливают. На рис. 70 показана схема получения двух балалаечных дек из щита.

Выборка площадок под панцири и уголки производится на фрезерном станке. Дека закрепляется в специальной цулаге

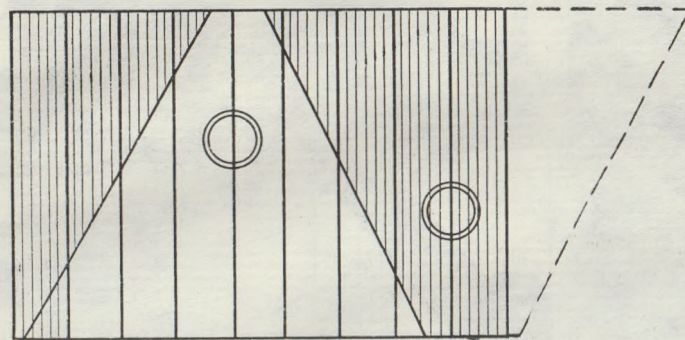


Рис. 70. Подобранный щит на две балалаечные деки

и специальной фрезой («грибком») выбирается площадка глубиной 1—1,15 мм. На этом же станке фрезеруются по профилю панцири и уголки.

Вклеивание панцирей и уголков производится впритирку с последующей запрессовкой, как и кружков.

Провесы панцирей и уголков по ширине и длине деки опиливаются на ленточнопильных станках, для чего деки по 25 шт. укладываются в цулагу с фиксацией их по резонаторному отверстию и осевым линиям. Зачистка провесов панцирей и уголков производится на вертикальных дисковых станках шлифовальной шкуркой № 46.

Щиты для мандолинных дек после шлифования сколачиваются в пачки по 15 шт. с сохранением параллельности направления годовых слоев. На верхнем щите по шаблону размечается контур деки и пачка дек по разметке выпиливается на ленточнопильном станке с одновременной пометкой пилой осевой линии на торцах дек. Фрезерование места под панцирь производится на фрезерно-копировальном станке (рис. 71).

Дека закрепляется в цулаге, на обратной стороне которой укреплен кондуктор, копирующий форму панциря. Вклеивание панциря производится так же, как и у балалаек.

Круглые резонаторные отверстия у дек мандолин выбираются на вертикальных сверлильных станках, овальные резонаторные отверстия — на копировально-фрезерных станках, подобно выборке площадки под панцирь. Деки овальных мандолин в нижней части имеют перегиб под углом 7—8°. Для облегчения выгибания в месте перегиба пропиливается паз на фрезерном станке глубиной 1—1,2 мм.

Выгибание деки производится на специальном гнутающем приспособлении.

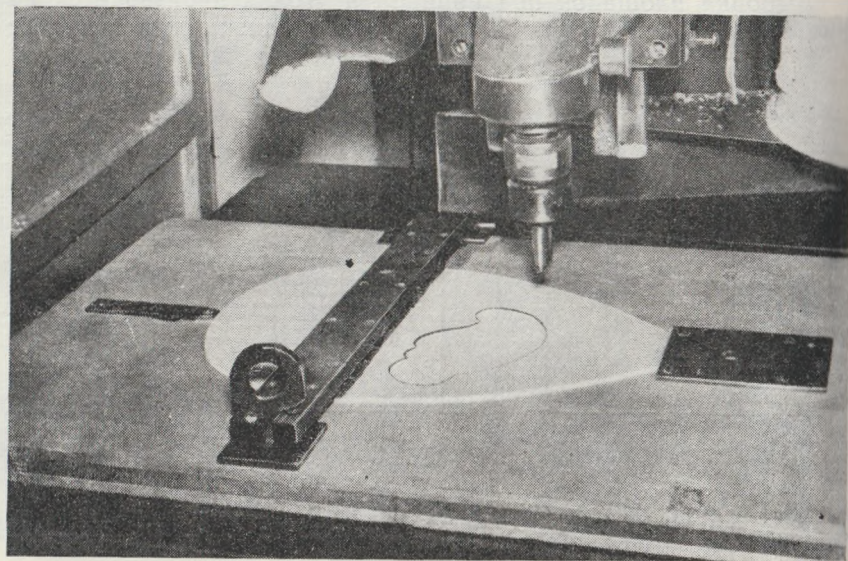


Рис. 71. Фрезерование площадки под панцирь у дек мандолин на копировально-фрезерном станке

СБОРКА И ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ

Щипковые музыкальные инструменты состоят из большого количества разнообразных деталей. Поэтому собрать изделие из деталей сразу невозможно.

Технологический процесс сборки состоит из ряда последовательно выполняемых операций. Сначала из отдельных деталей собираются узлы, а из предварительно обработанных узлов собираются изделия. Сборка производится с применением специальных цулаг и приспособлений. Узлы изделий в процессе производства обрабатываются на стандартном специальном оборудовании. Соединение деталей в узлы, а узлов в изделие осуществляется в основном склеиванием.

Гитары, балалайки, мандолины, домры и арфы имеют различную конструкцию и размеры, в связи с чем технология их изготовления различна.

СБОРКА КОРПУСА ГИТАРЫ

Гитара состоит из двух агрегатов — корпуса и грифа, сборка которых производится по отдельным ничем не связанным технологическим процессам. Соединение грифа с корпусом производится после отделки.

Корпус гитары состоит из трех узлов: рамки корпуса, верхней деки и дна.

Сборка рамки корпуса заключается в склеивании двух обечаяек, четырех поперечных контробречаяек, четырех продольных

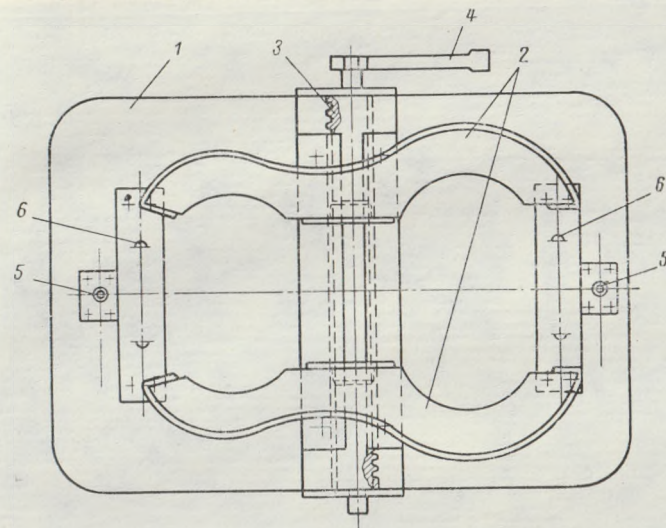


Рис. 72. Разжимное приспособление для сборки рамки корпуса гитары:

1 — основание; 2 — прижимы; 3 — винт; 4 — ручка; 5 — фиксаторы для шаблона; 6 — фиксаторы для клец

контробречаяек, верхнего клеца, нижнего клеца и прокладок под клец. При склеивании создается форма рамки, подобная восьмерке.

Рамка корпуса собирается в шаблонах, имеющих внутри вырез, соответствующий форме корпуса. Сборка производится в следующей последовательности: приклеивание клец, приклеивание контробречаяек.

Для приклеивания клец нужно, чтобы обечайки плотно прилегали к внутреннему вырезу шаблона. Это достигается специальным разжимным устройством, показанным на рис. 72.

Разжимное устройство состоит: из основания 1; двух прижимов 2, имеющих форму выреза шаблона; винта 3, имеющего на одном конце правую, на другом левую резьбу; ручки для вращения винта 4; фиксаторов для шаблона 5; фиксаторов для клец 6. К прижимам прикреплены гайки, в которые входит

винт. При вращении винта прижимы сближаются или удаляются друг от друга.

При сборке деталей в корпус шаблон накладывается на разжимное устройство так, чтобы фиксаторы этого устройства вошли в отверстие шаблона в нижней и верхней частях. Этим достигается совмещение оси шаблона и разжимного устройства. В шаблон вкладываются две обечайки; вращением винта ручкой обечайки прижимами прижимаются к внутренней поверхности шаблона. На клещи и прокладки наносится клей

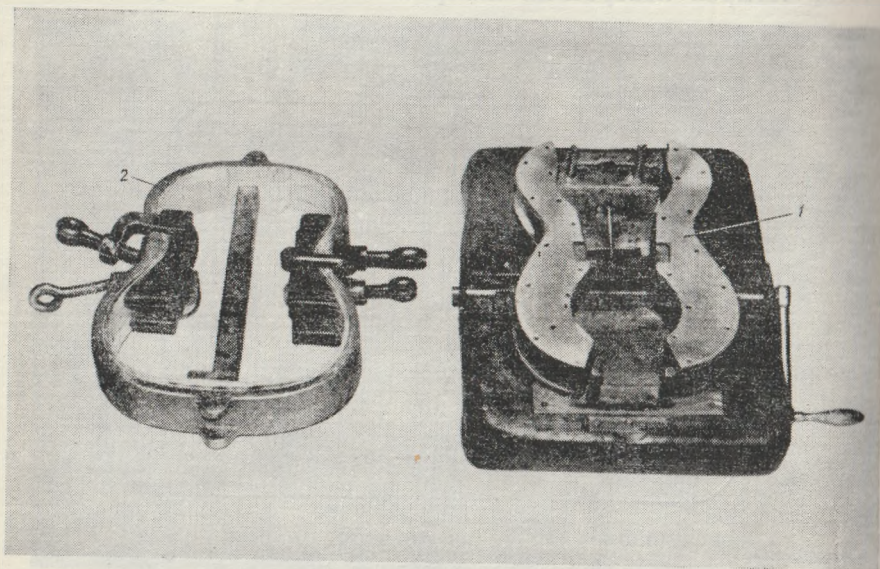


Рис. 73. Собранная рамка корпуса гитары в шаблоне:
1 — разжимное приспособление; 2 — рамка в шаблоне

и они вставляются на место в шаблон между фиксаторами разжимного устройства. Запрессовка клещ производится распорным брусом, имеющим длину на 3—4 мм больше, чем расстояние между нижним и верхним клещами.

После этого вращением винта прижимы отводятся от обечайек и шаблон снимается с приспособления. Затем контробечайки подгоняются к обеим обечайкам, на них наносится клей и производится запрессовка контробечайек прижимами с помощью струбцин. На рис. 73 показан собранный запрессованный корпус в шаблоне. Склеивание производится мездровым клеем.

При сборке рамки гитарного корпуса, имеющего криволинейную форму, обечайки и контробечайки испытывают значительное напряжение, что вызывает необходимость увеличения срока выдержки после склеивания до 8—10 часов.

Такой способ сборки корпуса гитар имеет существенные недостатки: требует большого количества шаблонов, значительных производственных площадок для выдержки в шаблонах рамок после их склейки. В настоящее время на фабрике имени Луначарского в Ленинграде успешно осваивается сборка и склеивание клеем М-70 или М-4 рамки корпуса в пневматических ваймах с контактным электрическим нагревом (рис. 74).

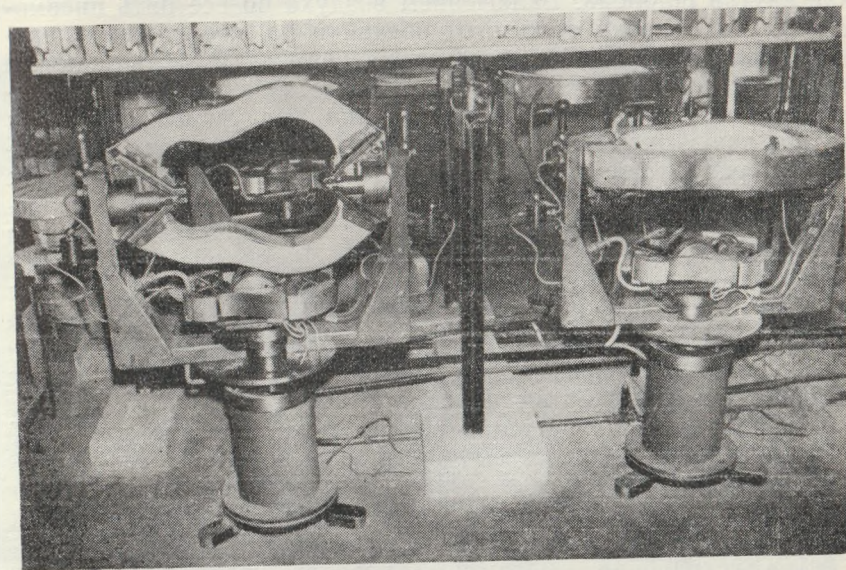


Рис. 74. Пневматические ваймы с электрическим контактным нагревом для сборки рамки корпуса гитары

Шаблон для сборки, имеющий внутри вырез по форме корпуса гитары, укрепленный на крестовине, может поворачиваться на 180° вместе с крестовиной. На шаблоне смонтированы два пневмоцилиндра для запрессовки клещ и электронагревательные элементы.

Разжимное устройство для запрессовки поперечных и продольных контробечайек состоит из шести кулачков, внутрь которых вмонтирован электрический нагрев, и пяти пневмоцилиндров для запрессовки контробечайек. Пневмоцилиндры и кулачки смонтированы на площадке, укрепленной на верхнем конце штока вертикального подъемного пневмоцилиндра.

Пневмоцилиндр необходим для подъема и опускания разжимного устройства в верхнее рабочее положение, для обжима обечайек и запрессовки приклеиваемых контробечайек и опускания в нижнее нерабочее положение, когда производится снятие склеенной рамки или подготовка и вставка контробечайек.

Пневматическая вайма работает при давлении воздуха 4—5 атм. Питается от однофазной сети переменного тока, потребляемая мощность 1,1 квт. Температура нагрева разжимных кулачков 140—160°; клей М-4 или М-70 горячего отвердения.

Процесс сборки рамки корпуса начинается с закладывания двух обечаек в шаблон, при этом разжимная площадка подъемным пневмоцилиндром поднимается в верхнее рабочее положение внутри шаблона. Включением воздуха во все пять пневмоцилиндров кулачки обжимают обечайки по внутреннему периметру шаблона. Клей наносится на верхний и нижний клецы и прокладки, после чего они вкладываются в шаблон. Запрессовка клец производится пневмоцилиндрами, смонтированными на шаблоне; пневмоцилиндры разжимных кулачков отключаются и разжимное устройство опускается в нижнее нерабочее положение. Поперечные и продольные контробечайки подгоняются по верхней стороне рамки, затем наносится клей и контробечайки вставляются в шаблон. Разжимное устройство снова поднимается в верхнее рабочее положение и включением воздуха кулачки запрессовывают контробечайки. В запрессованном состоянии производится выдержка их 4—5 минут, после чего разжимные пневмоцилиндры отключаются и разжимное устройство опускается в нижнее положение.

Шаблон поворачивается в вертикальной плоскости на 180° и производится подгонка и приклеивание контробечайки ко второй нижней стороне рамки корпуса так же, как и верхних. Собранный корпус вынимается из шаблона и после 4—6-часовой выдержки поступает на последующую обработку.

Для устранения деформации корпуса необходимо, чтобы в шаблоне в запрессованном состоянии происходила полная полимеризация клея, в противном случае после снятия с шаблона рамка деформируется, что является браком. Сборка рамок корпуса одним рабочим производится на трех-четырёх ваймах.

Пневматические ваймы с электрическим контактным нагревом полностью механизмируют труд и позволяют производить ускоренное склеивание.

Кромки собранной рамки застрагиваются с двух сторон. Эта операция выполняется на фрезерном станке ножевой головкой 2 в цулаге 1 (рис. 75).

Рамка корпуса вставляется в цулагу, прижимается эксцентриковым зажимом к ее внутренним боковым поверхностям, после чего производится фрезерование кромки. В процессе обработки цулага периодически поворачивается. С одной стороны для приклеивания деки поверхность кромок рамки делается прямой, с другой, для приклеивания дна, — криволинейной, что достигается благодаря овалльному профилю цулаги. Обработка кромок рамки может также быть выполнена опиливанием пилой.

После обработки кромок рамка должна иметь высоту в соответствии с чертежом. Не должно быть заколов на обечайках и следов обработки на кромках.

Выборка гнезда под гриф в верхнем клее и стрелку в нижнем клее производится фрезой на специальном горизонтальном фрезерном станке (рис. 76).

Рамка корпуса закрепляется в цулаге, положение корпуса фиксируется по клецу. Поэтому очень важно, чтобы центр клеца совпадал с осью корпуса, так как это обеспечивает соосность

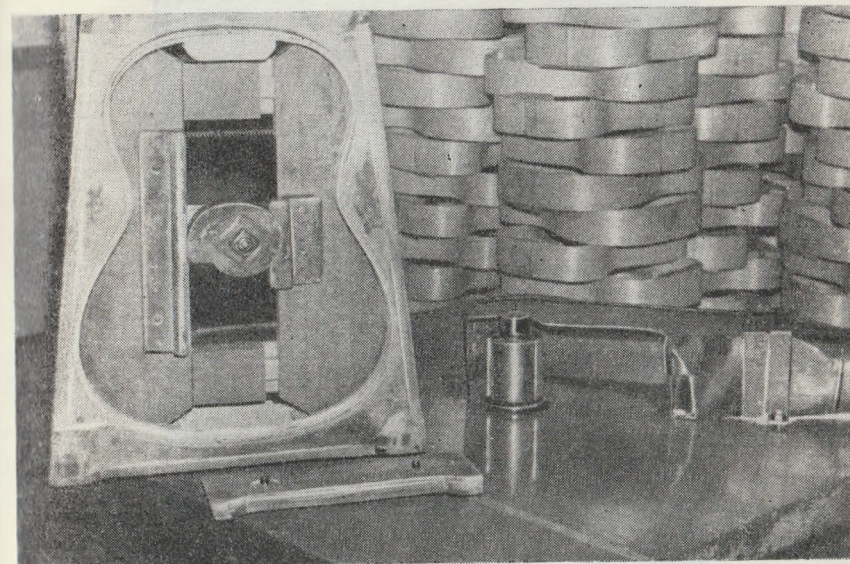


Рис. 75. Застражка кромок рамки корпуса гитары на фрезерном станке

рамки корпуса и гнезда для грифа. После вклеивания и опилования стрелки на горизонтальном сверлильном станке высверливается отверстие под кнопку.

Собранный и обработанный корпус должен быть правильной формы. Контробечайки и клецы должны быть плотно приклеены. Не допускаются заколы шпона на обечайках, подтеки клея внутри рамки.

Поверхность кромок должна быть ровной, без следов обработки в результате быстрой подачи. Высота рамки по периметру должна соответствовать чертежу, ось гнезда под гриф и стрелку — совпадать с осью рамки корпуса. В местах выбранных гнезд под гриф и стрелку не должно быть заколов и отщепов. Стрелка плотно вставляется и опиливается заподлицо с кромками.

Гнездо под гриф должно иметь точные размеры, что проверяется специальным металлическим шаблоном (рис. 77).

Собранная и обработанная рамка поступает на подгонку деки и дна. Сборка деки и дна заключается в приклеивании пружин. Приклеивание пружин к деке и дну производится в цулагах (рис. 78).

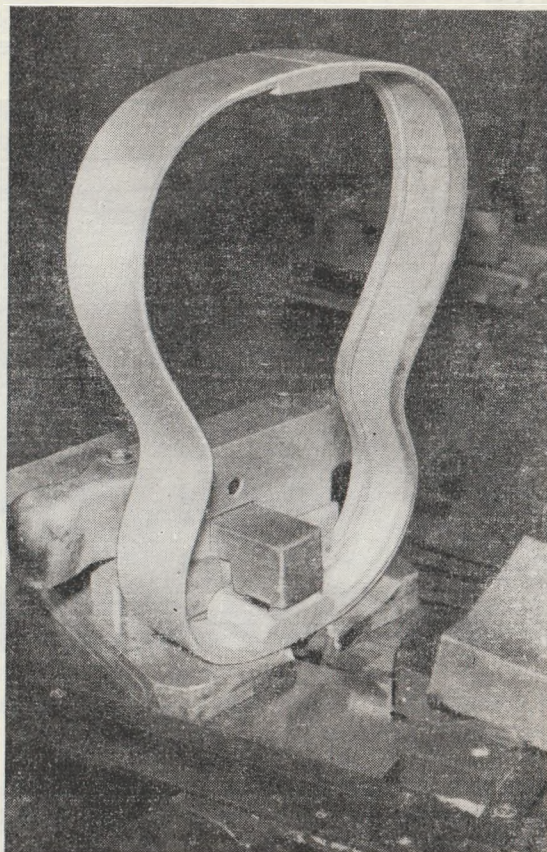


Рис. 76. Выборка гнезда в рамке корпуса гитары на специальном фрезерном станке

Одновременно с приклеиванием пружин создается выгиб деки, что достигается за счет формы цулаги. Приклеивание производится мездровым клеем вязкостью 3,5—4° Э. Выдержка в запрессованном состоянии 6—8 часов. Для приклеивания пружин требуется много цулаг, большая площадь для выдержки. Работа физически тяжелая и малопроизводительная.

На фабрике имени Луначарского успешно осваивается приклеивание пружин к декам и дну в пневматических прессах

Рис. 77. Шаблоны для проверки гнезда под гриф:

а — в корпусе гитары;
б — в пятке грифа

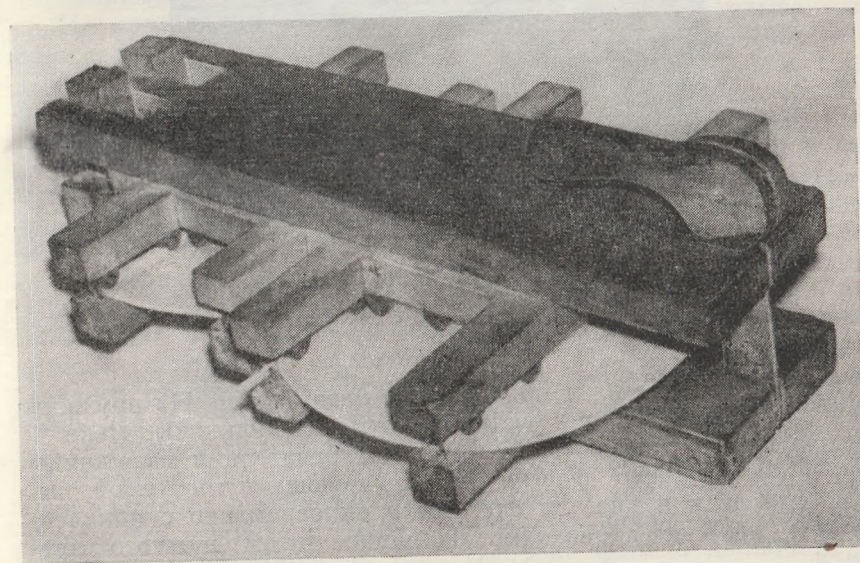
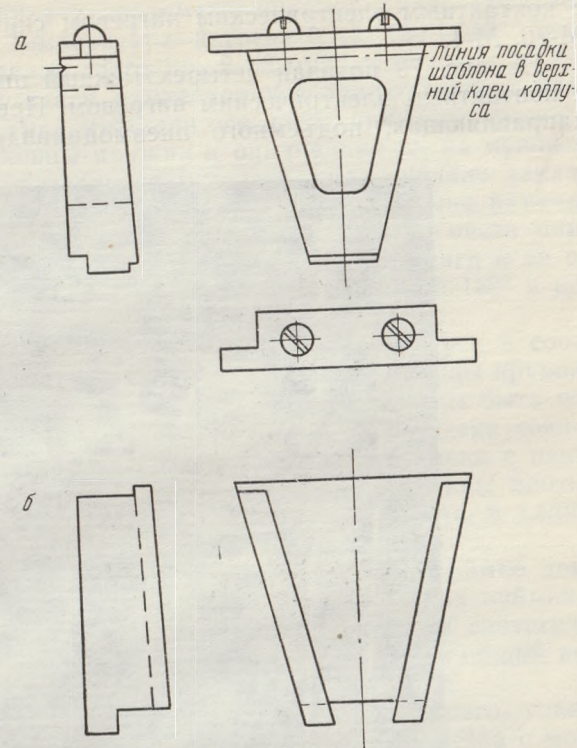


Рис. 78. Цулага для приклеивания пружин к декам

с контактным электрическим нагревом синтетическими клеями М-70, М-4.

На рис. 79 показан четырехэтажный пневматический пресс с контактным электрическим нагревом. Пресс состоит из плит, направляющих, подъемного пневмоцилиндра и нагревателей.

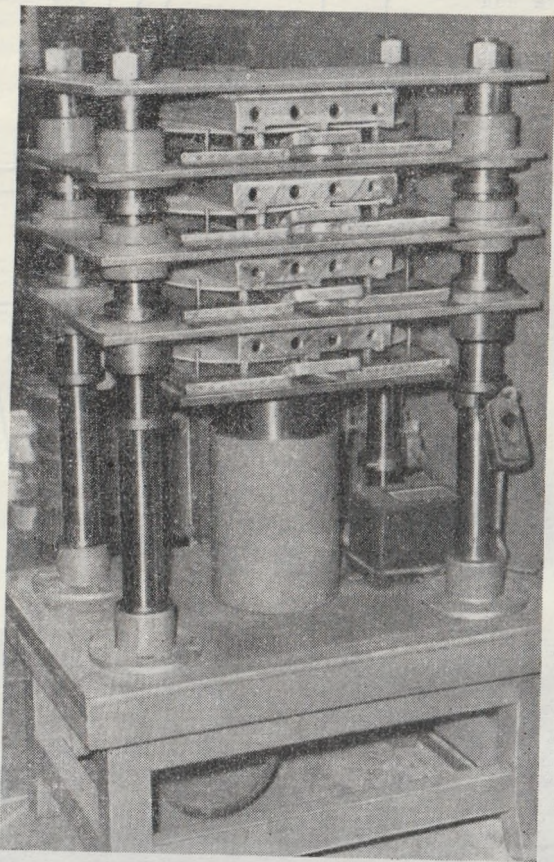


Рис. 79. Четырехэтажный пневматический пресс с контактным электрическим нагревом для приклеивания пружин к декам

К нижней стороне плит прикреплены нагреватели. На пружины наносится клей, и они укладываются в изложницы. Дека и изложница вкладываются в пресс. Нагреватели и изложницы для пружин имеют форму, соответствующую требуемой выпуклости деки и дна. За счет этого одновременно с приклеиванием пружин происходит придание декам нужного профиля.

Включением воздуха в подъемный пневмоцилиндр производится запрессовка. Температура нагревателей 120—140°. Выдержка в запрессованном состоянии 2—3 минуты.

Подгонка деки и дна к рамке корпуса заключается в разметке на кромках рамки мест для гнезд под пружины, высверливании гнезд под концы пружин и опилование их на нужный размер. Разметка производится в цулаге, куда сначала закладывается дека, а затем рамка. Карандашом на рамке намечаются места гнезд под пружины, а на пружинах — места опиловки пружин. После этого дека вынимается из цулаги и на ее место укладывается дно, а рамка поворачивается на 180° и повторяется то же, что и с декой.

На специальном станке на кромках рамки корпуса в соответствии с разметкой высверливаются гнезда под концы пружин и они опиляются по разметке. Дека и дно должны быть подогнаны к рамке корпуса так, чтобы ось рамки и деки совпали. Это достигается совмещением осевой линии деки с центром верхнего клеща и стрелки. Концы пружин должны плотно входить в гнезда на кромках корпуса и по высоте, и длине. Форма корпуса должна остаться правильной.

Сборка корпуса заключается в приклеивании к рамке деки и дна. Эта операция производится в пневматических ваймах с контактным низковольтным электрическим нагревом синтетическими клеями М-4 и М-70, К-17. На рис. 80 показан общий вид ваймы для приклеивания деки и дна к рамке корпуса.

Вайма состоит из пневмоцилиндра, понижающего трансформатора мощностью 0,5 квт и прижимного устройства с монтированными нагревательными шинами.

На кромки рамки корпуса наносится клей, накладываются дека и дно, после чего корпус вкладывается в зажимное устройство. Вайма работает при давлении воздуха 4—5 атм, температура нагрева 100—120°, выдержка в запрессованном состоянии 4—5 мин, выдержка в распрессованном состоянии 6—8 час.

Для предотвращения растрескивания на верхней деке в результате ее нагрева при сборке и в дальнейшем употреблении рекомендуется перед приклеиванием пружины к декам подсушивать их в сушильных шкафах до влажности не более 3—5% абс.

У собранного корпуса по деке и дну выбирается фалец под обкладку с одновременным снятием провесов деки и дна по обечайкам. Выборка фальца производится на фрезерном станке фрезой с подрезной пилкой. Пилка устраняет возможность заколов от фрезы на обечайках. Фалец по дну выбирается за один раз по всему периметру, а фалец по деке — за два приема по слою древесины во избежание заколов.

Выборка фальца по слою деки достигается за счет изменения вращения шпинделя станка (правое и левое) и положения фрезы на шпинделе. При изменении вращения шпинделя фреза поворачивается на 180°. Выборка фальца должна быть

произведена без вырывов и заколов по всему периметру равномерно. Ширина фальца должна соответствовать принятому набору обкладочных жилок; глубина фальца 3 мм.

В предварительно зачищенный фалец клеивается набор жилок, крайняя наружная (кантовая) жилка набора должна

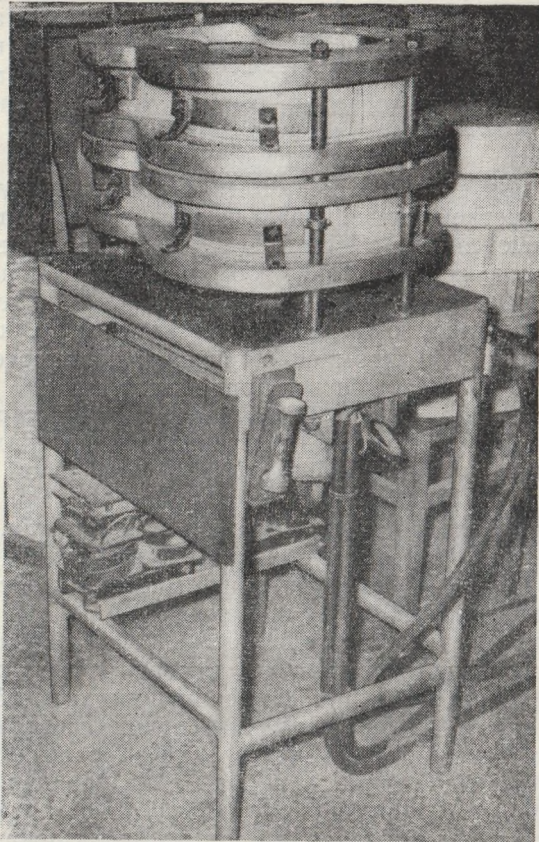


Рис. 80. Пневматическая вайма с низковольтным контактным электронагревом для приклеивания деки и дна к рамке корпуса гитары

быть более толстой во избежание шлифовки при обработке корпуса. Подобранный набор жилок окунается в клеевой раствор, вкладывается в фалец и прижимается пружинами специальных приспособлений (рис. 81).

Сначала клеивается набор жилок в фалец по деке, а потом после 4—5-часовой выдержки — в фалец по дну. Вклеивание производится глинистым клеем вязкостью 2—3°Э. Применение низковязких клеев обуславливается длительностью этой

операции. Обкладочные жилки должны быть клеены аккуратно, не допускается неплотное прилегание жилок к деке, дну и обечайкам.

Подрезка деки по гнезду под гриф производится вручную. Дальнейшая обработка корпуса может производиться только после 24-часовой выдержки.



Рис. 81. Окантовка корпуса гитары

Готовый корпус гитары проходит столярную обработку, которая заключается в его шлифовании по обечайкам, деке и дну.

При сборке корпуса должны строго соблюдаться технические режимы; все операции по обработке должны быть выполнены качественно. Несоблюдение этого условия неизбежно приводит к ряду трудноисправимых дефектов. Наиболее распространенными дефектами являются:

неправильные размеры и форма корпуса;

несовпадение осей рамки, деки, гнезда под гриф и стрелки; механические повреждения дна, деки и обечаек (заколы, защиты);

расклейка;
неплотность окантовки;
трещины дек;
неправильные размеры гнезда под гриф.

СБОРКА И ОБРАБОТКА ГРИФА ГИТАР

Гриф гитары состоит из ручки, головки, наклейки, пятки, порошка, ладовых пластин и точек.

Первичной операцией по изготовлению грифа является приклеивание пятки к ручке. Для склеивания наиболее пригодными

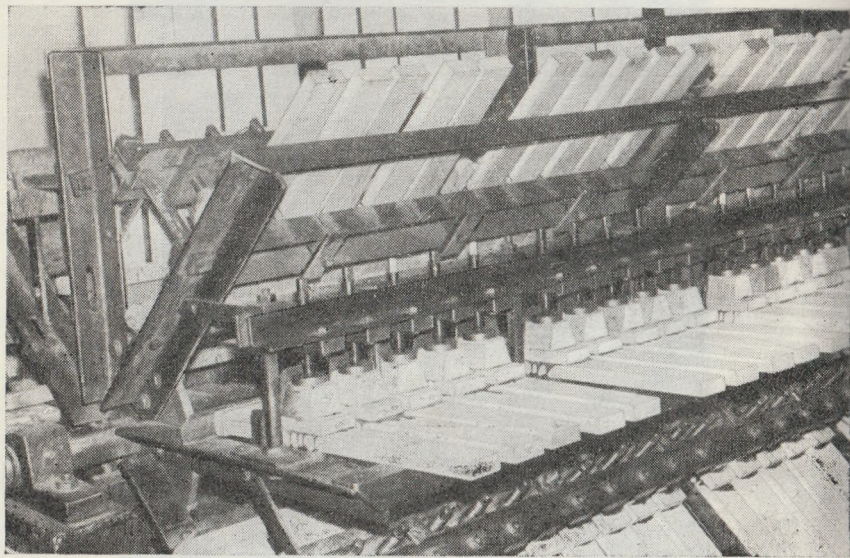


Рис. 82. Клейльновеерный пресс для приклеивания пятки к ручке грифа

являются высоковязкие клеи, они обеспечивают более быстрое и прочное склеивание. Приклеивание производится глютиновым клеем в многоместных клейльновеерных прессах, показанных на рис. 82.

Пятка должна быть приклеена на строго определенном месте, что обеспечивается упорами пресса. Не допускается склеивание ручек и пяток, имеющих коробление по ширине, так как склеивание будет непрочным и при дальнейшей обработке пятка будет оторвана от ручки.

В настоящее время на фабрике имени Луначарского успешно проводятся опыты по приклеиванию пяток синтетиче-

скими клеями М-70 и К-17 в пневматических прессах с высокочастотным нагревом. Внедрение такой технологии приклеивания пяток устранил тяжелый физический труд и ускорит процесс склеивания с 3—4 часов до 2 минут.

Запрессовка склеиваемых деталей производится винтовыми прижимами, выдержка в запрессованном состоянии 3—4 часа, после пресса в свободном состоянии не менее 24 часов.

После приклеивания пятки ручка опиливается на ус на круглопильном станке под углом 16° для приклеивания головки.

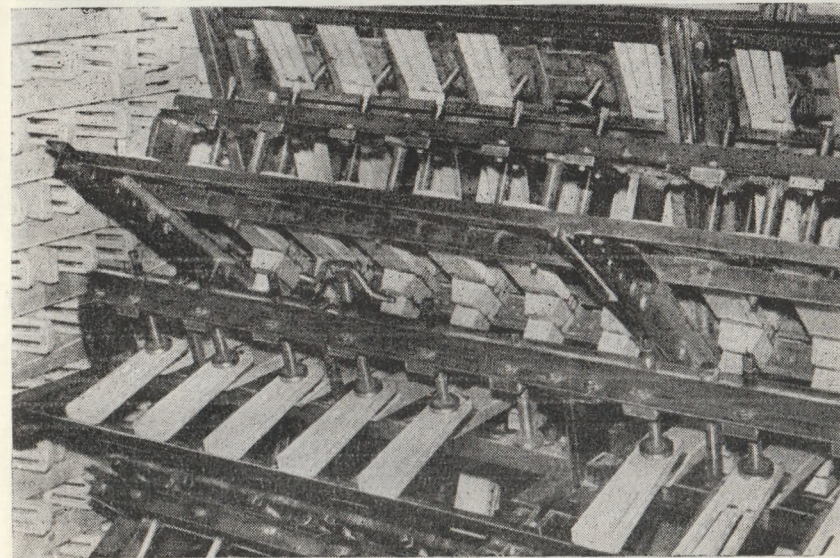


Рис. 83. Клейльновеерный пресс для приклеивания головок

Головки приклеиваются в многоместных клейльновеерных прессах (см. рис. 83). Положение ручки и головки фиксируется упорами. После выдержки ручка обрабатывается на фрезерном станке. Пласть ручки фрезеруется для приклеивания наклейки и одновременно с этим снимается провес торца головки. Для обработки ручка закрепляется в специальной цулаге.

Наклейка к ручке приклеивается в пневматических прессах с контактным низковольтным нагревом. На рис. 84 показан четырехместный пневматический пресс для приклеивания наклеек к ручке грифа. На ручку и наклейку наносится клей М-70, К-17 или М-4 и грифы укладываются в гнезда пресса. Включением воздуха в подъемный пневмоцилиндр производится запрессовка. Нагревательная шина, соприкасаясь с наклейкой,

прогревает ее и нагревает клеевой шов. Склеивание происходит при температуре 120—140°, время выдержки в прессе 6—7 минут, выдержка после 4—6 часов. После выдержки гриф торцуется по длине на круглопильных станках. Обработка

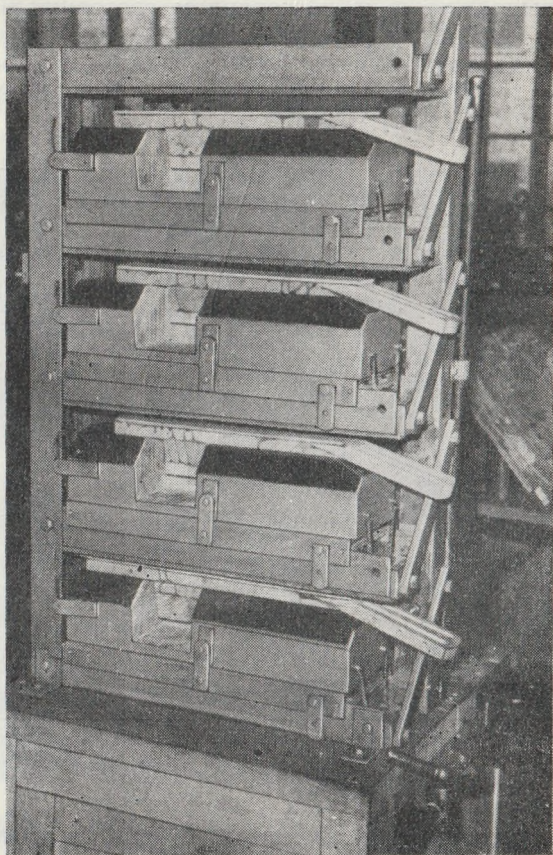


Рис. 84. Пневматический пресс с низковольтным контактным электронагревателем для приклеивания наклеек

грифа по ширине на заданный размер, фрезерование профиля хвостика, продольный пропил хвостика по толщине, фрезерование овала грифа и шейки, пласти наклейки и пятки на конус производятся на фрезерном станке в цулагах. Подрезка хвостика и пятки грифа производится на круглопильном станке, а сверление отверстия в пятке для винта грифа — на горизонтальном сверлильном станке.

Пропиливание в наклеике грифа пазов под ладовые пластины делается на специальном многопильном (мензурном) станке (рис. 85).

На валу станка закреплены пилки диаметром 75—80 мм, толщиной 0,7—0,8 мм, между которыми устанавливаются прокладные кольца, различная толщина которых обеспечивает положение ладовых пластин грифа согласно мензуре. На одном из концов набора пил укреплен фреза для выборки у грифа места под порожек. Гриф укрепляется на каретке станка и на-

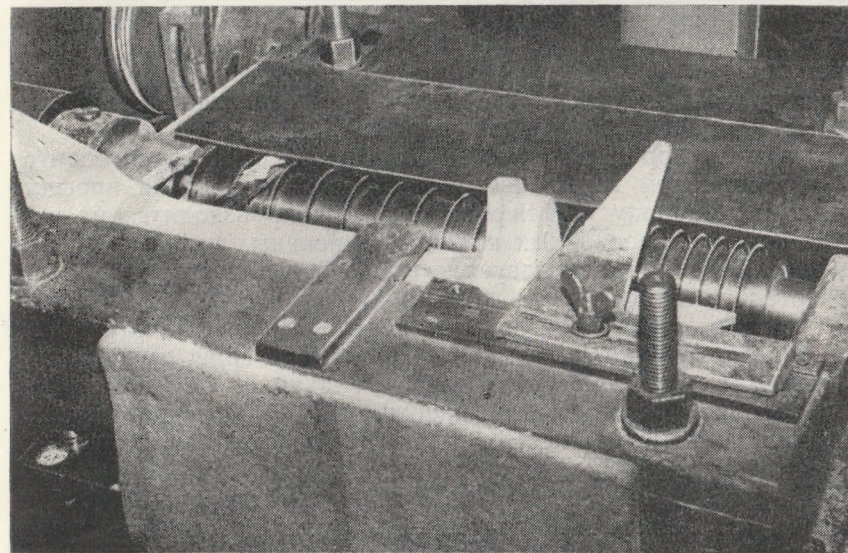


Рис. 85. Мензурный станок для пропиливания пазов под ладовые пластины

двигается на вращающиеся пилки. Пазы пропиливаются глубиной 2—2,2 мм, шириной 0,8 мм в зависимости от толщины и длины ножки лада.

Отверстия под точки диаметром 9 мм, глубиной 2 мм высверливаются на многошпиндельном сверлильном станке. Гриф перед высверливанием фиксируется по верхнему торцу наклейки и закрепляется в специальном зажимном приспособлении.

После вставки точек пласт наклейки шлифуется на горизонтальном ленточном шлифовальном станке с неподвижным столом. Если наклейка не из цветной породы древесины и не прошла морения, то ее окрашивают в черный цвет. Окраска производится протравами за два приема, как описано выше.

В пропиленные пазы с помощью молотка вставляются ладовые пластины с одновременным откусыванием кусачками

концов. Гриф поступает на гидравлический пресс для запрессовки ладовых пластин.

Перед запрессовкой гриф укладывается в специальную цулагу, а на наклейку накладывается трафарет с прорезями в местах ладов (толщина трафарета равна высоте ладовых пластин). Цулага устанавливается в прессе и производится запрессовка. Затем на горизонтальном механическом напильнике производится снятие фаски на концах ладовых пластин.

Зачистка ладовых пластин (по высоте) делается напильником вручную. После отделки ладовых пластин вершины всех ладов должны находиться в одной плоскости, отклонение допускается не более 0,1 мм, а торцы ладовых пластин не должны выступать за наклейку. После этого приклеивается порожек. Порожки из древесины приклеиваются высоковязким мездровым клеем, из пластмасс — нитроклеем АК-20.

Зачистка порожка и кромки грифа на шейке производится на вертикальном механическом напильнике. Доводка профиля грифа по шаблону и шлифование грифа производятся на вертикальных шлифовальных валиках, описанных выше. Для первого шлифования используется шлифовальная шкурка № 60, для второго шлифования — шлифовальная шкурка № 100.

Окраска грифа производится водорастворимым нигрозином (30 г нигрозина на 1 л воды). Окрашенный гриф после сушки 50—60 мин шлифуется шлифовальной шкуркой № 100.

Заоваливание и разметка порожка под струны производится на специальном станке. В готовом грифе не допускаются зацепы, выровы, сколы, трещины, заусенцы и следы строжки.

Овал ручки, шейка, пятка, хвостики должны быть обработаны симметрично. Не допускается смещение центров точек и гнезда под винт в пятке более чем на 1 мм. Отклонение вершины ладовых пластин с 1-го по 8-й лад и с 8-го по 18-й лад от прямой не должно превышать 0,1 мм. Все детали в местах соединения должны быть плотно подогнаны друг к другу и склеены без резко выраженных фуг. Поверхность грифа должна быть тщательно отшлифована. Размеры грифа должны соответствовать чертежу. При изготовлении грифов должны быть приняты меры предупреждения их от коробления.

Преобладающим видом коробления грифов является продольный изгиб, причем на ладовой поверхности грифа появляется выпуклость или вогнутость (рис. 86). Особенно нежелательна вогнутость ладовой поверхности грифа, так как даже при незначительной стреле прогиба струна будет касаться ладов, расположенных ниже места прижима ее к грифу, что вызовет дребезжание струн.

Коробление грифа вызывается напряжениями, возникающими в ручке и наклейке, жестко соединенных при склеивании. Исследованиями бывшего Научно-исследовательского института музыкальной промышленности установлено, что короб-

ление происходит вследствие различной влажности ручки и наклейки.

Возникающие напряжения в ручке и наклейке за счет разности их влажности приведены в табл. 33.

Из приведенных данных видно, что напряжения в ручке и наклейке, возникающие после выравнивания, могут достигать значительных величин и достаточны для того, чтобы вызвать изгиб.

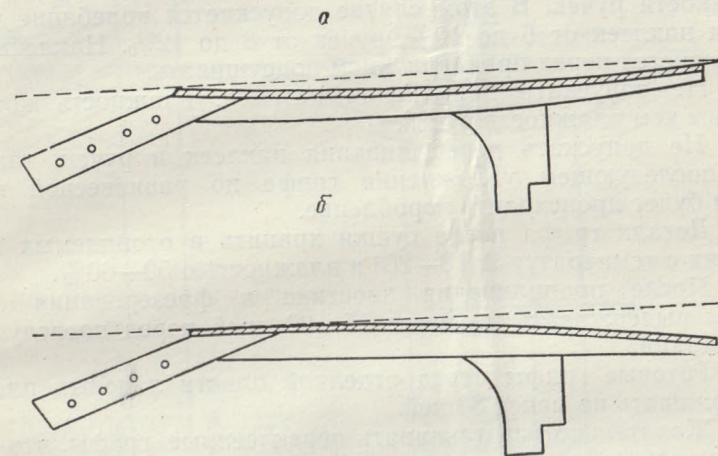


Рис. 86. Основные виды коробления гитарного грифа: а — прогиб и б — выгиб ладовой поверхности

Таблица 33

Разница между влажностями наклейки и ручки в %	Напряжения в кг/см ²	
	для наклейки	для ручки
1	21	5
2	42	11
3	63	16
4	93	21
5	104	25
6	125	31

Исследованиями также установлено, что вогнутость на ладовой поверхности грифа происходит в том случае, когда влажность наклейки выше влажности ручки.

При незначительном повышении влажности наклейки (1,5%) количество грифов с недопустимым колебанием достигает 20%, а при влажности наклейки ниже влажности ручки — брака не наблюдается.

Деформация грифов вследствие выравнивания влажности происходит довольно медленно, заканчиваясь через 10—15 дней. Этим объясняется то, что коробление часто обнаруживается в готовом грифе или даже после отделки и сборки гитары.

В целях предупреждения деформации готовых грифов необходимо выполнять следующие правила:

1. Влажность наклеек должна быть на 1,5—2% меньше влажности ручек. В этом случае допускается колебание влажности наклеек от 6 до 10%, ручек от 8 до 12%. Наклейку рекомендуют перед приклеиванием подсушивать.

2. Не допускать применения наклеек, влажность которых больше чем влажность ручек.

3. Не допускать пересушивания наклеек и ручек, так как при последующем увлажнении грифа до равновесной влажности будет происходить коробление.

4. Детали грифа после сушки хранить в отопляемых помещениях с температурой 18—20° и влажностью 50—60%.

5. После пропиливания хвостика и фрезерования овала грифы выдерживать не менее 15—20 дней перед последующей обработкой.

6. Готовые грифы перед отделкой пласти ладовых пластин выдерживать не менее 8 дней.

7. Желательно изготавливать переклеенные грифы, что снижает коробление.

СБОРКА БАЛАЛАЕК

Корпус балалайки состоит из ручки, задинки, клепок, контрбечаек и обкладки. Первой операцией сборки является приклеивание клепок к ручке и задинке, которая производится на специальном приспособлении (рис. 87).

Приспособление состоит из основания, стоек для ручки, упора ручки, прижимного винта ручки, устройства для уклона гребенки, задинки и заднего прижимного винта.

В приспособлении закрепляются в нужном положении ручка и задинка. Ручка укладывается между двумя стойками приспособления, один конец ее соприкасается с упором, середина лежит на упоре для уклона, а другой конец закреплен прижимным винтом. Задинку балалайки укладывают в станок и закрепляют задним прижимным винтом. Комплект клепок с предварительно отфрезерованными гранями подбирают по текстуре и цвету, концы клепок подрезают, чтобы они свободно входили в прорезь ручки.

Сначала приклеивают первые клепки (правую и левую); клей наносится на срезанный конец клепки и на грань задинки. Конец клепки вставляют в прорезь ручки, а второй гвоздями или специальными прижимами притягивают к грани задинки.

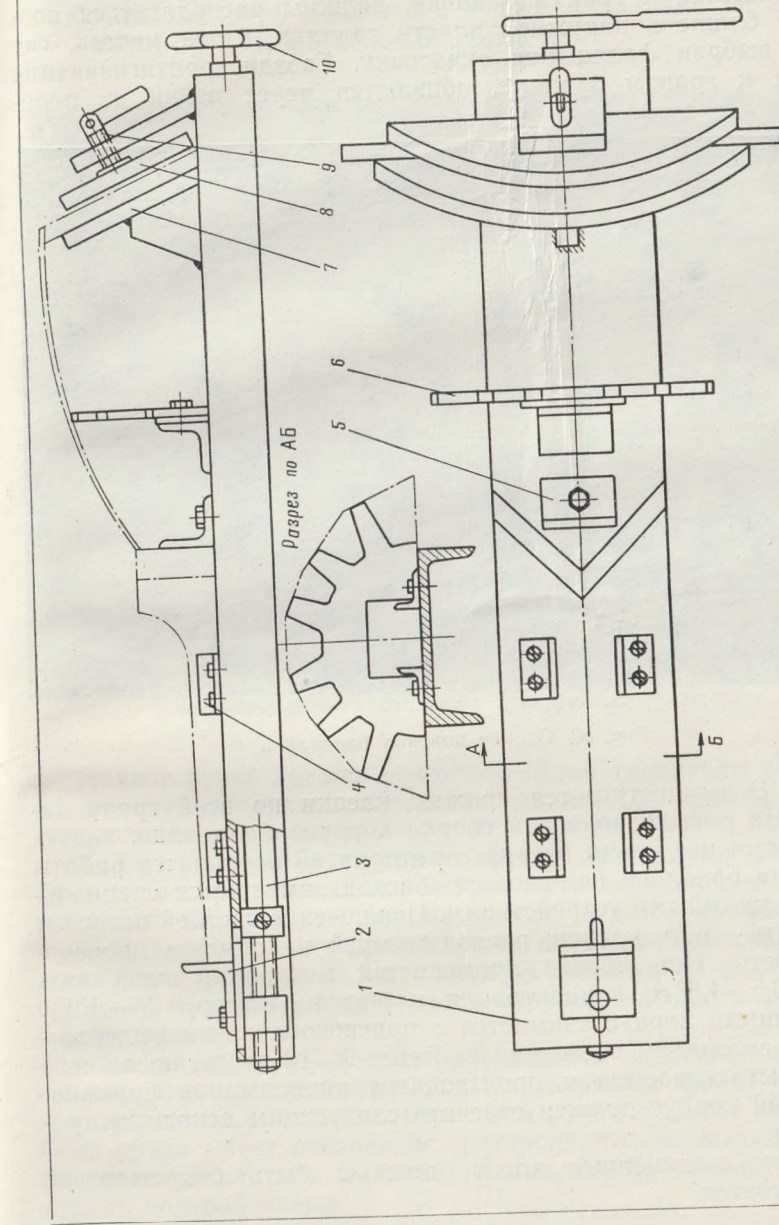


Рис. 87. Приспособление для сборки корпуса балалайки: 1 — основание; 2 — упор с гайкой для зажима ручки; 3 — винт; 4 — ограничитель; 5 — упор задинки; 6 — ручка; 7 — упор задинки; 8 — планка для зажима задинки; 9 — винт зажима задинки; 10 — ручка зажима ручки балалайки

Точно так же поступают с остальными клепками, у которых клей дополнительно наносится на грани. Клинок (седьмая последняя клепка) предварительно подгоняется по месту обстраниванием кромок ручным рубанком. В собранном корпусе все клепки должны лежать на гребенке. Гвозди, притягивающие концы клепок к граням задинки, должны располагаться возможно ближе к наружной пласти задинки, в тех местах, где будет выбран фалец под окантовку. Гвозди, притягивающие клепки к граням задинки, вбиваются через рейки из пере-

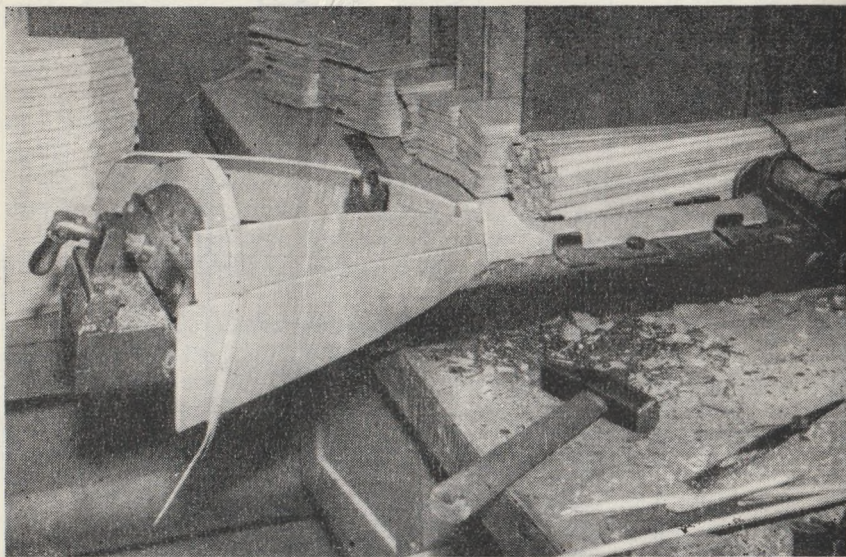


Рис. 88. Сборка корпуса балалайки

клейки. Этим достигается прижим клепки по всей грани задинки. На рис. 88 показана сборка корпуса балалайки.

В настоящее время на ряде предприятий проводятся работы по сборке балалаек без гвоздей. Гвозди заменяются специальными прижимными устройствами. Исключение гвоздей позволит уменьшить длину клепок, расход гвоздей и повысить производительность. При сборке применяется мездровый клей вязкостью 3,5—4,5° Э; концентрация клеевого раствора 35—40%.

Собранный корпус снимается с приспособления и выдерживается в свободном состоянии не менее 8—10 часов, после чего гвозди вытаскиваются и производится качественная приемка. Собранный корпус должен отвечать следующим основным требованиям.

Все части, соединенные клеем, должны быть без провесов и просветов.

Клепки должны быть подобраны по цвету и текстуре из одной породы древесины или симметрично чередоваться.

Корпус должен иметь правильную форму.

В местах соединения клепок с ручкой и задинкой не должно быть никаких щелей.

Концы клепок у задинки, а также и задинка не должны иметь трещин и отколов от гвоздей.

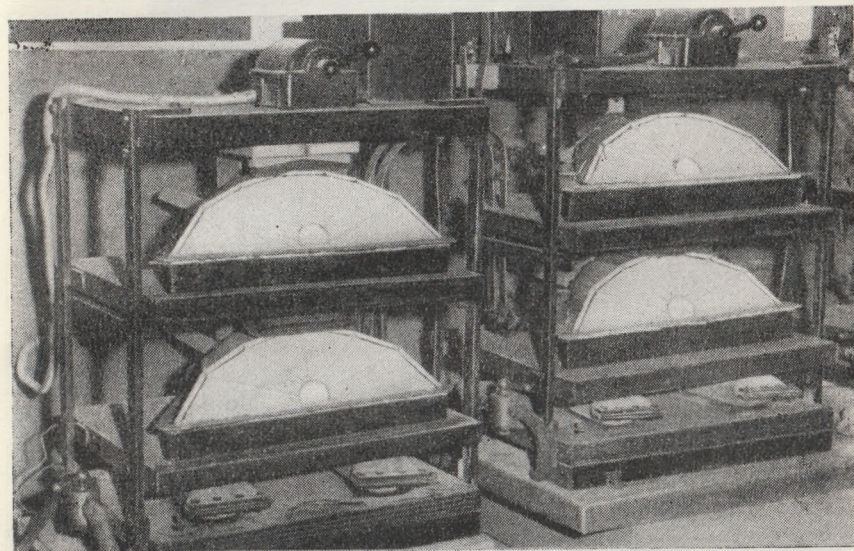


Рис. 89. Приклеивание дек к корпусам балалаек в пневматических прессах с низковольтным контактным электрическим нагревом

Наклон ручки должен равняться 12 мм (наклоном называют расстояние от верхней плоскости задинки до прямой продолжения плоскости ручки).

Корпус балалайки внутри по фугам оклеивается полосками бумаги для придания большей прочности клеевым швам между клепками. Опиливание концов клепок и выборка фальца по задинке под обкладку производится на фрезерном станке. Это достигается установкой на шпindel фрезерного станка одновременно фрезы и пилки — пилка обрезает клепки, а фреза выбирает фалец.

Вклеивание контрбечаек производится в специальном приспособлении, где одновременно проверяется форма корпуса и направление ручки. Ось корпуса и ручки должны совпадать. Если ручка имеет отклонение в сторону, то она выравнивается при помощи клинков, заколачиваемых между клепком ручки и торцом контрбечайки.

Вклеивание обкладки в фалец по граням задинки производится впритирку. Стыки обкладки должны быть тщательно подогнаны и совпадать с гранями корпуса. Спилровка ручки под пятку делается на круглопильном станке, а опилование корпуса по высоте кругом для приклеивания деки на фрезерном станке — пилой.



Рис. 90. Приклеивание обкладки к балалайкам

Приклеивание пружин к декам производится в пневматических прессах с контактным электронагревом, устройство которых подобно таким же прессам для приклеивания пружин к гитарным декам. Одновременно с приклеиванием пружин к деке ей придается выпуклость в соответствии с чертежом. Подгонка деки к корпусу аналогична подгонке дек гитары. При подгонке резонаторное отверстие должно быть установлено на расстоянии 125 мм от верха корпуса (допуск ± 1 мм) и расположено строго по центру (отклонение резонаторного отверстия

от центра допускается не более 2 мм). Дека к корпусу балалайки приклеивается в пневматических прессах с контактным низковольтным электрическим нагревом (рис. 89). Режимы приклеивания деки те же, что и при приклеивании дек к корпусам гитар.

Фалец под деку под обкладку выбирается на фрезерном станке. Во избежание сколов клепок вместе с фрезой устанавливается подрезная пила. В зачищенный фалец вклеивается обкладка, которая предварительно подгоняется по месту. Под-



Рис. 91. Приклеивание наклеек к ручкам балалаек в пневматических прессах с низковольтным контактным электрическим нагревом

гонка должна обеспечить плотное соединение концов обкладки по корпусу и задинке. Запрессовка вклеиваемой обкладки производится в специальных приспособлениях. Приклеивание обкладки (рис. 90) производится мездровым клеем. Выдержка в запрессованном состоянии 4—6 часов.

Наклейка на ручку балалайки подгоняется по месту (подгонка заключается в подрезке верхнего торца деки). Наклейка приклеивается клеем М-70 или К-17 в специальных пневматических приспособлениях с контактным низковольтным электрическим нагревом (рис. 91). Температура нагрева 120—140°, выдержка в запрессованном состоянии 4—5 минут, в распрессованном 2—4 часа.

Торцовка ручки корпуса балалайки по длине, обработка боков ручки и наклейки, профиля ручки, гнезда в торце ручки под головку производится на фрезерном станке с применением

различных цулаг и режущих инструментов. Головки вклеиваются мездровым клеем вязкостью 4—5° Э. Вклейка должна быть тщательной, без щелей, точно по оси симметрии корпуса. Угол наклона головки к плоскости наклейки 12°, время высыхания вклеенной головки 4—6 часов. Затем на фрезерном станке фугуется наклейка и снимается провес ее по деке. Пазы под ладовые пластины, вставка ладовых пластин, вставка точек, обработка кромок и пласти ладовых пластин производятся так же, как у грифа гитары.

Снятие провесов обкладки, клепок и подтеков клея производится на вертикальных дисковых шлифовальных станках шлифовальной шкуркой № 36—46.

Шлифование деки, корпуса по клепкам, ручки и задинки производится за два приема на вертикальных дисковых шлифовальных станках и шлифовальных валиках шлифовальной шкуркой № 80 и 120. Места, недоступные для шлифовальной шайбы и валика, подциклеваются и подшлифовываются вручную. Шлифовка должна производиться аккуратно, не допускаются сошлифовывание граней корпуса и шлифовка клепок.

СБОРКА МАНДОЛИН

Сборка рамки корпуса плоских и полуовальных мандолин состоит в склеивании двух обечаек, верхнего и нижнего клецов, поперечных и продольных контробечаек.

Сборка производится в шаблонах, имеющих внутри вырез по форме и размеру мандолины. Процесс сборки и режимы аналогичны сборке рамки корпуса гитары ручным способом. Склеенная рамка корпуса обстрагивается по кромкам под приклеивание деки и дна так же, как рамка гитары.

Опиливание концов обечаек по верхнему клецу и торцовка в размер производятся на фрезерном станке пилой, для чего рамка закрепляется в специальной цулаге.

На круглопильном станке в верхнем клеце рамки выбирается гнездо («ласточник хвост») под шип ручки, после чего подгоняется и вклеивается ручка.

Подгонка ручки заключается в придании ручке необходимого уклона относительно рамки, совмещении оси рамки и ручки и обеспечении плотности сопряжения ручки с рамкой корпуса.

Приклеивание пружин к декам, подгонка дек, приклеивание дек, фальцовка, окантовка производятся так же, как у гитар и балалаек.

Овальные мандолины имеют сложную форму, их корпуса образуются путем склеивания на кромку клепок: Корпус овальной мандолины склеивается из 15, 17, 21, 23 и т. д. клепок.

Процесс сборки овальных мандолин резко отличается от сборки плоских и полуовальных мандолин. Овальные мандо-

лины, имеющие форму тела вращения, собираются в шаблонах, имеющих более сложную форму — на шаблонах (рис. 92).

Шаблон изготавливается из древесины ели или сосны, его поверхность обработана по требуемой форме мандолин. В верхней части шаблона (на торце) имеется срез, размер и форма которого соответствуют торцовой поверхности клеца ручки. В нижней части шаблона выбран паз для закрепления нижнего клеца. Перед сборкой к шаблону прикрепляется ручка и клец

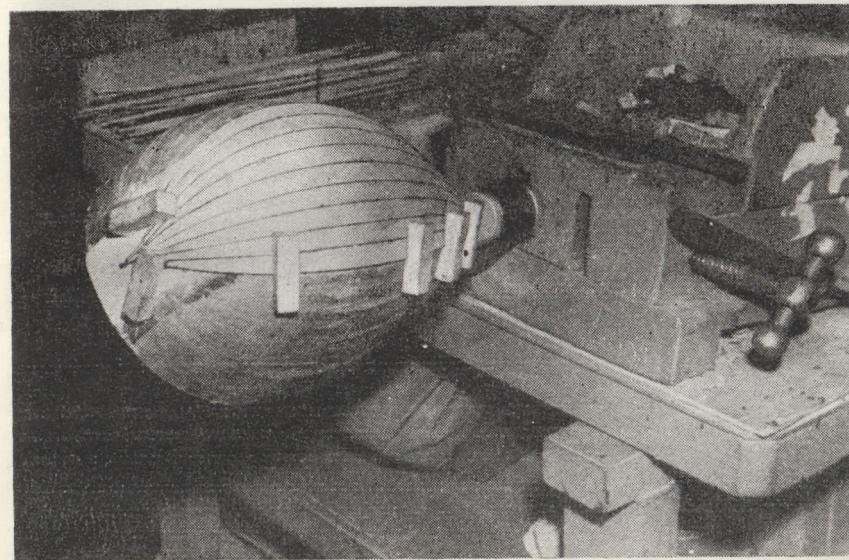


Рис. 92. Сборка корпуса овальной мандолины на шаблоне

и производится их зачистка по профилю шаблона. Шаблон закрепляется на рабочем месте в винтовом приспособлении для сборки. Кромки клепок предварительно фрезеруются на фрезерном станке. Клепки изготавливаются двух профилей — центровые и косые, их форма обеспечивает минимальную подгонку по месту. На одну кромку клепок в декоративных целях при помощи ниток приклеиваются жилки из шпона, моренного в черный или красный цвет.

Сборка основания корпуса овальных мандолин заключается в приклеивании концов клепок к клецу ручки и нижнему клецу, в подгонке клепок по месту и склеивании их кромок. Для каждого корпуса клепки подбираются одинакового цвета или могут симметрично чередоваться.

Сборка начинается с приклеивания первой (средней) центральной клепки с приклеенными жилками к обоим кромкам.

Затем симметрично подгоняются и приклеиваются вторые (правая и левая клепки) и т. д. все остальные клепки.

Запрессовка концов к клецам и по кромкам производится деревянными прижимами при помощи гвоздей. Время выдержки каждой клепки в запрессованном состоянии до приклеиваемой последующей клепки 30—35 минут. Поэтому обычно одним сборщиком одновременно собирается последовательно 14—16 корпусов. Заканчивается сборка корпуса приклеиванием последних широких клепок, называемых бочками.

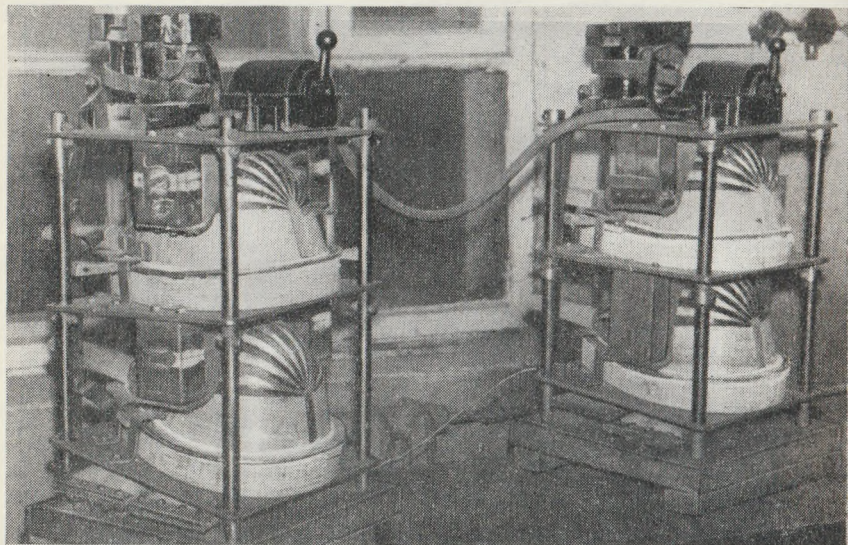


Рис. 93. Приклеивание дек к корпусам овальных мандолин

Для склеивания применяется мездровый клей вязкостью 4—4,5° Э. На шаблоне корпус выдерживается 10—12 часов, после чего в цулагах приклеивается щиток. Щиток имеет декоративное назначение — он закрывает место стыка клепок на нижнем клеце. После 10—12-часовой выдержки ударами молотка по клецу ручки и нижнему клецу корпус снимается с шаблона и поступает на оклеивание внутри бумагой, приклеивание бортиков и вклеивание контробечаек. Собранный корпус должен удовлетворять следующим основным требованиям:

клепки должны быть одинакового цвета или симметрично чередоваться;

клепки в корпусе должны иметь одинаковую ширину — колебания допускаются не более ± 1 мм;

по фугам между клепками не должно быть провесов более 0,5 мм;

кромки клепок должны быть прочно склеены без просветов. Работа по сборке корпуса овальной мандолины сложная и требует высокой квалификации столяра-сборщика. Овальные мандолины, имеющие форму тела вращения, собираются в шаблоне. В этом случае все клепки имеют одинаковую форму и после обработки их профиля на фрезерном станке не требуется никакой ручной подгонки.

На кромки комплекта клепок наносится клеевой раствор, и клепки укладываются в шаблон. Клец ручки и нижний клец вкладываются в шаблон и запрессовываются с клепками специальными струбцинами.

Запрессовка клепок по кромкам осуществляется специальными пружинами, укрепленными на шаблоне. После этого корпус вынимается из шаблона и выдерживается. Операция по укладке клепок в шаблон, запрессовка по кромкам и запрессовка клец длительная, поэтому рекомендуется применять клей пониженной вязкости 2,5—3° Э.

К корпусам овальных мандолин после вклеивания контробечаек приклеиваются деки в пневматических прессах с низковольтным электрическим нагревом (рис. 93). Устройство этих прессов аналогично прессам для приклеивания дек к корпусу гитары.

Окантовка, приклеивание наклеек, вклеивание головок, обработка ручки, вставка ладовых пластин и шлифовка производятся так же, как у балалаек.

Сборка корпусов домр подобна сборке овальных мандолин на шаблоне.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОЛКОВОЙ МЕХАНИКИ И СТРУН

Колковая механика. Колковая механика (см. рис. 11) служит для настройки инструментов (натягивания струн) и работает по принципу простого червячного зацепления. Колковая механика разделяется по видам инструментов на гитарную, балалаечную, мандолинную и т. д. Гитарная и мандолинная механика, кроме этого, разделяются на правую и левую. Ниже (см. табл. 34) приводится спецификация деталей колковой механики для трехструнной балалайки, гитары и мандолины.

Планки различных видов механики отличаются габаритными размерами. Стойка для всех видов механики одинаковая. Червяки гитарные и мандолинные одинаковые, балалаечные же отличаются от гитарных размерами. Барашек для всех видов механики одинаковый. Колонка отличается размерами и положением центра отверстия под струны. Шестеренка для всех видов механики имеет одни и те же размеры.

Приведенные данные относятся к гитарной, балалаечной и мандолинной механикам; у оркестровых инструментов механика отличается габаритными размерами.

Таблица 34

Наименование деталей	Материал	Размер материала в мм	Количество деталей в комплекте		
			балалайка трехструнная	мандолина	гитара семиструнная
Планка	Лента холодного проката	1×17	1	2	2
Стойка	То же	1,8×38	6	16	14
Червяк	Сталь 20 ГОСТ 1414—54	6	3	8	7
Барашек	—	—	3	8	7
Колонка	Сталь 20 ГОСТ 1050—57	6	3	8	7
Шестеренка	Латунь ЛС-59—1	10	3	8	7

Вырубка планок для всех видов механики с одновременной рубкой отверстий для колонок, стоек и шурупов, а также вырубка стоек производятся на эксцентриковых прессах штампами с механической подачей. После вырубки планки никелируются и гляncуются.

Колонка вытачивается из калиброванных прутков стали на токарных автоматах. Сверление и зенковка отверстий в колонках под струны производится на сверлильных станках, после чего колонки голтуятся и никелируются. На хвостике колонки для лучшего сцепления с шестеренкой производится накатка при помощи валиков.

Выточка заготовки червяка после рихтовки и промывки прутка производится на одношпиндельных токарных станках, фрезерование резьбы — на специальных автоматах. Выточенные червяки голтуятся и никелируются. На конце червяка производится накатка для лучшего сцепления с барашком. В настоящее время проводится работа по накатке резьбы червяка.

Барашки отливаются из сополимера на литьевых машинах сразу 20 шт. Облой-летники, образовавшиеся при отливке, образуются специальным штампом.

Насадка барашков на червяки производится на специальном полуавтомате с электронагревом. Перед насадкой на червяк надевается стойка.

Шестеренка для колковой механики может быть изготовлена двумя способами: выточкой и штамповкой. Точеные шестеренки изготавливаются из латунного прутка диаметром 10 мм. Заготовка шестеренки вытачивается на токарном автомате с одновременным сверлением отверстия. Нарезка зубьев производится на специальных зуборезных станках с последующей обкаткой.

Штампованная шестеренка изготавливается из латунного прутка диаметром 8 мм. На эксцентриковом прессе из прутка рубятся заготовки. Нарубленные заготовки нагреваются в муфельных печах, после чего штампуются на эксцентриковом прессе. На тех же эксцентриковых прессах прокаливается отверстие в шестеренке под колонку.

У штампованных и выточенных заготовках шестеренок на специальных зуборезных станках фрезеруются зубья с последующей их обкаткой. Точеные шестеренки имеют правильную форму, отверстия под колонку и ось шестеренки совпадают. Штампованные шестеренки имеют недостаточно правильную форму. Они имеют эксцентриситет, ось шестеренки и отверстия не совпадают. Колковая механика с точеной шестеренкой более качественная.

Сборка колковой механики начинается с прикрепления червяков к планке. Сначала вставляют в отверстия планки и приклепывают один ряд стоек. После этого в отверстия ряда приклепанных стоек вставляют червяки и приклепывают второй ряд стоек, находящихся в червяках. Стойки служат для прикрепления червяков к планке.

Затем производится насадка шестеренок на колонки. Конец колонки вставляется в отверстие планки, шестеренка напрессовывается на колонки, конец колонки расклепывается. Сборка механики должна обеспечивать правильное зацепление червяка и шестеренки, что в значительной степени зависит от качества обработки шестеренки, червяка и стоек, а также от точности пробивки отверстий в планке.

В настоящее время проводятся работы по механизации сборки колковой механики за счет применения специальных сборочных приспособлений и эксцентриковых прессов. Качество изготавливаемой в настоящее время колковой механики низкое — в результате несовершенной конструкции и технологии изготовления.

В целях улучшения качества механики необходимо разработать новую конструкцию механики и новую совершенную технологию ее изготовления. Колковая механика щипковых музыкальных инструментов по качеству должна удовлетворять РТУ РСФСР 701—61 (см. приложение).

Изготовление струн. Для гитар, балалаек, мандолин, оркестровых инструментов и арф применяются гладкие и обвитые металлические струны. Гитарные струны должны иметь на одном конце шарики для крепления их к подставкам, струны балалаечные, мандолинные и оркестровые — петли для крепления их к кнопкам и струнодержателям, обвитые струны — прокладку из шелка.

Изготовление струн начинается с перематки стальной проволоки с бухты на катушки, что делается на перематочных станках. На ручных или петельных станках закрепляется шарик или

ИЗГОТОВЛЕНИЕ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ИЗ ДРЕВЕСНО-ВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ

завивается петля и нарезаются струны по длине. Так же изготавливаются заготовки (основа) для обвитых струн.

Навивка для струн изготавливается из латунной проволоки Л-62 ГОСТ 1066—58 или проволоки красномедной марки ММ ГОСТ 2112—46. Протяжка проволоки диаметром от 1 до 0,25 мм производится через керамиковые волокни, а диаметром от 0,25 до 0,1 мм через алмазные волокни на волоочильных станках. Размеры навивки должны соответствовать спецификации, помещенной выше.

Заготовка для обвитой струны закрепляется и натягивается в струнонавивальном станке. Закрепленной заготовке придается вращение и производится обвивка заготовки (основы) навивкой с одновременной прокладкой шелка под навивку. Витки навивки должны плотно прилегать друг к другу и к остальной основе. Скольжение навивки по стальной основе не допускается.

Готовые струны принимаются по качеству и упаковываются в конверты комплектами.

Комплект гитарных струн состоит:

1-я струна	— 3 шт.
2-я »	— 3 »
3-я »	— 3 »
4-я »	— 1 »
5-я »	— 1 »
6-я »	— 1 »
7-я »	— 1 »

Комплект балалаечных струн состоит:

1-я струна	— 1 шт.
2-я »	— 1 »
3-я »	— 1 »

Комплект мандолинных струн состоит:

Струны 1-я и 2-я	— 4 шт.
» 3-я » 4-я	— 4 »
» 5-я » 6-я	— 4 »
» 7-я » 8-я	— 4 »

Комплект оркестровых струн состоит:

Балалайка-прима — 1-я, 2-я, 3-я струны	по 4 шт.
Балалайка-секунда и альт — 1-я струна	20 »
» » 2-я и 3-я струны	по 4 »
Балалайка-бас и контрабас — 1-я струна	5 »
» » 2-я и 3-я струны	по 1 »
Домра-пикколо — 1-я, 2-я, 3-я струны	» 2 »
Домра-прима — 1-я, 2-я, 3-я »	» 20 »
Домра-альт — 1-я, 2-я, 3-я »	» 8 »
Домра-тенор — 1-я, 2-я, 3-я »	» 3 »
Домра-бас — 1-я струна	» 10 »
» » 2-я, 3-я струны	» 2 »

Каждая струна должна быть отдельно свернута в колючко.

Готовые металлические струны должны по качеству удовлетворять РТУ РСФСР (см. приложение).

Применение древесно-волокнуистой массы для изготовления музыкальных инструментов дает возможность сократить расход массивной древесины, повысить производительность труда в производстве музыкальных инструментов и снизить их себестоимость. Кроме того, при применении древесно-волокнуистой массы можно варьировать плотность и в связи с этим получить лучшие в звуковом отношении музыкальные инструменты.

На фабрике имени Луначарского были проведены большие экспериментальные работы по изготовлению корпуса балалайки-прима из древесно-волокнуистой массы. Была принята композиция: 70—60% стружки и 30—40% бумажной макулатуры. В качестве связующего вещества и придания прочности и водостойкости изделию в массу добавляется фенолформальдегидная смола С-1, которая в процессе горячего прессования при температуре 130—135° С полимеризуется, превращаясь в необратимое вещество.

В качестве проклеивающего вещества в массу вводится высокосмоляной канифольно-парафиновый клей в виде эмульсии. Для его приготовления в бачок, погруженный в горячую водяную ванну или обогреваемый паром, наливают воду в количестве 60—70% от веса канифоли и подогревают до 70—80° С. Затем вводят в нее каустическую соду до 30% от веса канифоли. В горячий раствор щелочи засыпают канифоль и добавляют парафин из расчета 37% от веса канифоли. Варка ведется при температуре 90—100° с постоянным перемешиванием. Проба на готовность клея состоит в том, что незначительное количество его растворяют в горячей воде (при этом не должно быть хлопьев и прилипшего мыла на стенках посуды). По окончании варки тонкой струей вводят заранее подготовленный раствор казеина, а затем холодную воду до получения пасты. Готовый таким образом клей представляет собой эмульсию, которая легко растворяется в воде.

Для приготовления раствора казеина в воду в количестве 20—25% от веса канифоли добавляют каустическую соду (10% от веса канифоли). Нагревают раствор до 40—45° и к нему прибавляют казеин. При помешивании казеин растворяется и в таком виде заливается в клей.

Таким образом, рецепт проклейки и связующего, т. е. смолы С-1, при отливке из древесно-волокнуистой массы был принят на фабрике следующий:

Высокосмоляной клей	3%	от сухого волокна
Алюмокалиевые квасцы	3%	» » »
Смола С-1	15%	» » »
Серная кислота	2%	» » »

Алюмокалиевые квасцы вводятся для осаждения клея на волокне, а серная кислота — для осаждения смолы С-1.

Масса стружки и макулатуры предварительно размалывается в воде с перемешиванием. Размол массы осуществляется в роллах и ведется до определенной степени размола. Оптимальным градусом размола является $26 \pm 2^\circ$ ШР. После окончания размола вводят проклейку и заливку смолы С-1 по установленному рецепту. Готовая масса разбавляется водой до концентрации 0,5—1%.

Формование корпуса производится на сетчатых формах, соответствующих внутренним размерам изделия.

Форма укрепляется в дозировочной ванне, соединенной с вакуумнасосом типа РМК-2, производительностью $1,6 \text{ м}^3$ при вакууме 600—650 мм ртутного столба.

Отлитая заготовка корпуса балалайки после сушки до 20—25% влажности прессуется в пресс-форме при температуре 150—160° С при удельном давлении 80 кг/м^2 .

Готовый корпус балалайки поступает на сборку и склейку изделия в целом по технологии изготовления обычной балалайки из массивной древесины.

ОТДЕЛКА

Отделка должна предохранять древесину от загрязнения и воздействия воздуха, влаги и света. Отделанная поверхность легче поддается снятию с нее пыли и не загрязняется.

Вместе с тем отделка лучше выявляет текстуру древесины (при прозрачной отделке), что придает более красивый вид и что особенно необходимо для такого изделия, как щипковые музыкальные инструменты, изготавливаемые в большинстве своем из цветных пород древесины или обычных пород, имеющих красивую текстуру.

Отделка щипковых музыкальных инструментов начинается с подготовки поверхности, которая разделяется на подготовку столярную и отделочную.

СТОЛЯРНАЯ ПОДГОТОВКА

Столярная подготовка щипковых музыкальных инструментов заключается в зачистке и выравнивании поверхности. Для этого собранные изделия циклюют и шлифуют. В основном эти операции выполняются на станках, частично же вручную с помощью циклей, шлифтиков со шлифовальной шкуркой.

Шлифовка боковых частей корпуса гитары производится на шлифовальном станке с вращающимся валиком (рис. 94). Станок состоит из площадки основания, на котором укреплен вертикально поставленный мотор. Вал мотора является продолжением шпинделя. На шпиндель надевается валик с цилиндрической поверхностью диаметром 60 мм; радиус валика соответствует

радиусу кривизны «тали» корпуса гитары высотой 100 мм см. (рис. 95).

Стеклоянная шкурка № 120 в виде ленты шириной 160 мм наматывается в несколько рядов на валик таким образом, чтобы рабочая часть ее обнимала цилиндрическую поверхность



Рис. 94. Шлифование обечаек корпуса на вертикальном шлифовальном валике

валика, а свободные концы шкурки загибались на его торцовые части, на которые надеваются зажимные шайбы.

Для компенсации имеющихся отклонений от плоскости у обечаек валик оклеивается слоем фольги. Число оборотов мотора 3000 в минуту, скорость шлифования 10—12 м/мин.

Описанный шлифовальный станок с успехом применяется и для шлифования других изделий.

Плоскостные поверхности (резонансовая дека и дно гитарного корпуса) обрабатываются на ленточно-шлифовальных станках с прижимным устройством — утюжком (рис. 96).

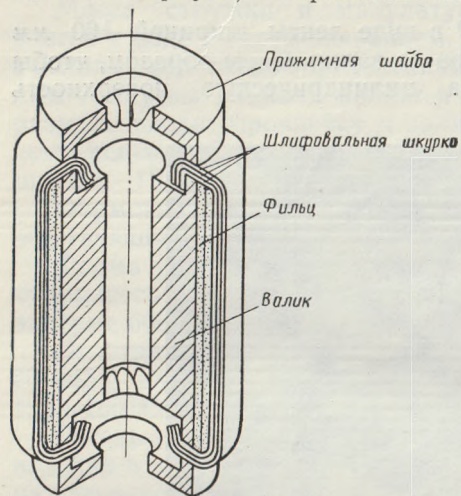


Рис. 95. Шлифовальный валик для шлифования обечаек корпуса гитары

Снятие провесов окантовки производится шлифовальной шкуркой № 60, чистовое шлифование — шлифовальной шкуркой № 120.

Учитывая, что дека и дно имеют выпуклую форму, для утюжка необходимо применять мягкий упругий материал в виде рояльного сукна или технического войлока.

Отдельные элементы изделий (ручки, головки и др.) в процессе подготовки подвергаются ручной циклевке.

Для поднятия ворса поверхности изделий смачиваются клеевой водой и после часовой выдержки производится снятие ворса

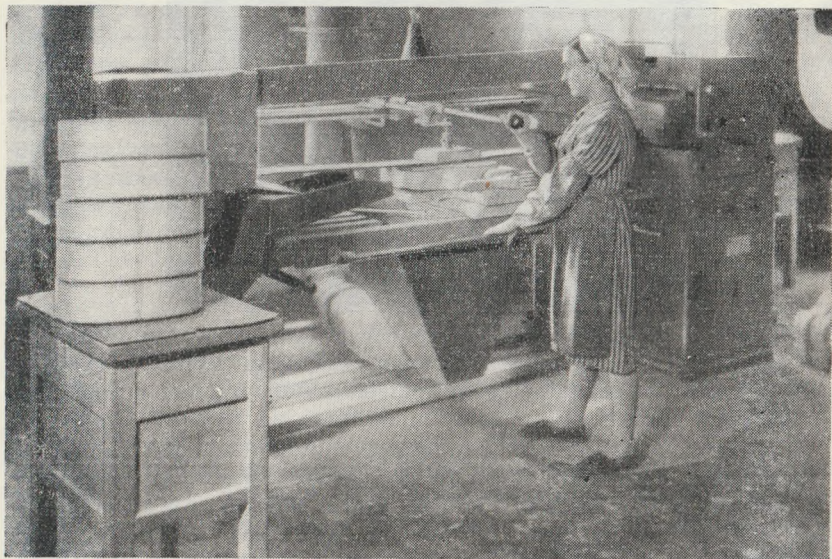


Рис. 96. Шлифование деки и дна на ленточно-шлифовальном станке с подвижным столом

шлифовальной шкуркой № 120—150. Для полного удаления ворса необходимо повторять операции смачивания с последующей сушкой и шлифованием. На практике часто не смачивают отделяемую поверхность и ограничиваются только шлифованием, но качество от этого только ухудшается.

Ряд изделий (задинка и дека балалаек) шлифуются на вертикальной шайбе.

КРАШЕНИЕ

Крашение щипковых музыкальных инструментов при их отделочной подготовке производится в основном прозрачными красителями. При окрашивании преследуются: фиксация естественной окраски, имитация под ценные породы, придание изделию красивого вида. Крашением иногда скрывают дефекты древесины (синева, пятна, полосы).

При крашении применяются главным образом анилиновые красители. Растворы красителей наносятся концами, кистью и распылителем. Окрашивание накладок грифов в черный цвет производится черным анилином, получающимся при окислении солянокислого анилина каким-либо окислителем. Черный анилин образуется на окрашиваемой поверхности в момент окисления. Он не растворим в воде, прочен и имеет глубокий черный цвет.

Растворы красителей приготавливаются по нижеследующим рецептам:

1. Раствор солянокислого анилина — 50 г на 1 л горячей воды
2. » окислителя двухромовокислого калия — 50 г на 1 л горячей воды плюс 5 г серной кислоты на 1 л воды.

Отделяемая поверхность покрывается кистью или тампоном раствором анилина (1-й раствор), вследствие чего древесина приобретает желтый цвет, так как солянокислый анилин вступает в реакцию с лигнином древесины. После высыхания первого раствора через 5—10 минут наносится окислитель (2-й раствор), в результате чего окрашиваемая древесина приобретает глубокий черный цвет. Каждый раствор наносится своей кистью или тампоном, нельзя наносить растворы одной и той же кистью.

Глубокое крашение. В производстве щипковых музыкальных инструментов широко применяется глубокое крашение древесины. Глубокой прокраске подвергают такие детали, как клепки мандолины, накладки грифов и окантовочные детали (жилки, обкладки).

Изменением цвета древесины путем глубокой окраски стремятся придать древесине более красивый вид или, наконец, имитировать вид более ценной породы. Далеко не безразлично, каким способом и чем подвергать древесину глубокой окраске.

При глубоком крашении древесины необходимо предварительно выяснить свойства древесных пород, красителей и способность последних давать ту или иную цветную реакцию с веществами, входящими в состав древесины. От удачно

подобранного красителя еще рельефнее выделяется текстура древесины.

При глубоком крашении мягких лиственных пород (ольха, береза, липа и др.) раствор проникает глубже и в большем количестве, чем при окраске твердых пород. Поэтому для получения одинакового тона окраски следует брать для мягких пород древесины слабый раствор, а для твердых пород более концентрированный.

Отсюда становится ясным, почему весенняя часть древесины окрашивается в более темный цвет, чем летняя.

При проведении работ по глубокой окраске древесины на фабрике имени Луначарского было выяснено, что древесина разных пород по-разному прокрашивается красителями. Поэтому рецепт, годный для окраски одной породы в какой-либо цвет, не всегда пригоден для другой породы, особенно при стремлении покрасить в тот же цвет. Например, замечено, что одним и тем же раствором красителя береза прокрашивается в более яркий и светлый цвет, а ольха и груша — в более темный.

В древесине иногда встречаются уплотненные места, которые не прокрашиваются при любых режимах. Это характерно для бука с ложным ядром.

Чтобы получить лучшую игру и подчеркнуть текстуру древесины, глубокое крашение древесины ведут в смесевых красителях обычно двумя красителями: высокодисперсными и грубодисперсными.

Первый краситель проникает в стенки клеток, второй может проникать только в сосуды. Например, для окраски березы под красное дерево путем глубокого крашения применяют два красителя: красный высокодисперсный (кислотный оранжевый) и синий грубодисперсный (прямой голубой). При окрашивании в черный цвет применяется водорастворимый нигрозин. Для лучшего и быстрого проникания красителя в древесину применяют контакт Петрова. Отношение количества загруженной древесины в ванну к красильному раствору, как показали опытные работы должно быть 1 : 4 или 1 : 5.

Обогрев красильной ванны производится паром через змеевики, проходящие по дну. В целях ускорения прокраски древесины необходимо ванну держать в состоянии постоянного кипения.

Расход нигрозина при глубокой окраске 1 м³ буковой древесины при влажности 10—12% составляет 35 кг.

Время глубокой прокраски древесины (окраска в черный цвет) в открытых ваннах приведено в табл. 35.

Крашение древесины в автоклавах при давлении 12—15 атм и температуре 80—90°, по данным фабрики имени Луначарского, значительно сокращается. Прокрашивание буковой накладки грифа гитары, имеющей размеры 470×10×74 мм при концентрации раствора черного нигрозина 5%, происходит за 90 минут.

Таблица 35

Наименование деталей	Порода	Толщина в мм	Время прокраски в часах
Накладка гитарного грифа	Бук	10	50—60
Шпон	Береза	0,8—1	20—30

СПОСОБЫ НАНЕСЕНИЯ ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В практике отделочных работ в производстве щипковых музыкальных инструментов нанесение отделочных материалов осуществляется распылением, тампоном и концами.

На фабрике имени Луначарского широко применен способ окрашивания щипковых музыкальных инструментов водными красителями, наносимыми методом аэрографии.

Растворы разных составов в определенной последовательности, в зависимости от желаемого тона окраски и цветных оттенков, наносятся на поверхность изделий специальным распылителем. Окрашивание методом аэрографии требует большого навыка и художественного вкуса рабочего.

На рис. 97 показан распылитель марки 0-37, изготавливаемый заводом покрасочных аппаратов в г. Вильнюсе. Техническая характеристика его следующая:

Производительность в м ² /час	15
Расход воздуха (наибольший) в м ³ /час	2
Давление воздуха в ат	2—3
Подача красильного раствора	самотеком

В производстве щипковых музыкальных инструментов широко применяется метод нанесения нитролаков распылением. Сущность его заключается в том, что нитролак подается в канал форсунки распылителя, выходя из которого попадает в струю сжатого воздуха, дробится на мельчайшие частицы и в таком виде направляется на отделываемую поверхность. Для нанесения лака распылителем требуется специальная камера, куда помещается изделие, компрессор для получения сжатого воздуха (4—6 ат), воздухооборник, масловодоочиститель, красконагнетельный бак и распылитель, являющийся основным рабочим инструментом.

Расход лака и производительность в основном зависят от диаметра отверстия сопла форсунки распылителя. Распылители марки КР выпускаются со сменными комплектами головок, имеющих отверстие 0,5; 1,2; 1,8; 2,5 мм. В специальной литературе схема пульверизационной установки разбирается подробно.

При отделке методом распыления щипковых музыкальных инструментов, имеющих сравнительно малые поверхности, расход лака по сравнению с нанесением лака ручным способом

увеличивается почти в 3 раза. Расход лака значительно сокращается, если отделку распылением производить в электрическом поле высокого напряжения. При этом методе резко сокращается расход лака, значительно увеличивается производительность труда.

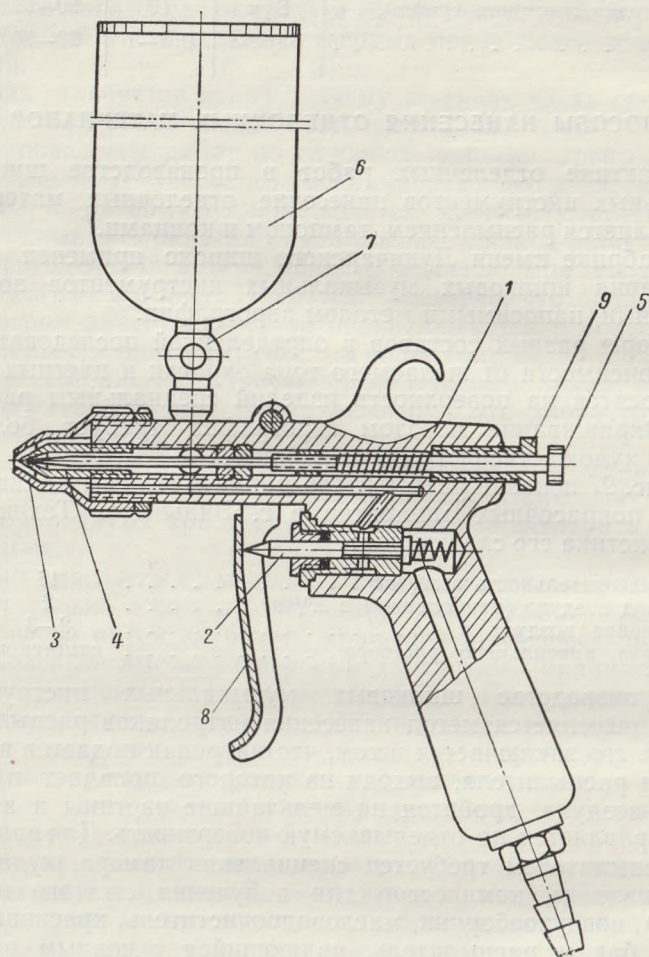


Рис. 97. Распылитель марки О-37:

1 — корпус; 2 — клапан воздушный; 3 — головка; 4 — сопло; 5 — игла; 6 — бачок; 7 — головка; 8 — курок; 9 — регулятор иглы

Тампоном наносятся спиртовые лаки и политуры, а также нитролак специального изготовления. Так, на фабрике имени Луначарского тампоном наносится нитролак с названием «Муз-пром». Тампон представляет собой трикотажный лоскут, в который завернут клубок ваты или шерсти.

Для разглаживания лаковой пленки после ручного нанесения лака, а также для полирования трикотажный лоскут заменяется полотняным. При нанесении лака тампон обильно смачивают лаком, а затем при движении по поверхности изделия легким нажимом его выдавливают, оставляя при этом ряд сливающихся полос лака — мазков.

Ниже приводятся варианты технологического процесса отделки шипковых музыкальных инструментов, принятых на фабрике имени Луначарского.

ПРОЗРАЧНАЯ ОТДЕЛКА

Процесс отделки нитролаками ручным способом включает в себя несколько операций.

Грунтование. Грунтование заключается в трехкратном нанесении нитролака вязкостью 20—25 сек по воронке НИИЛК, сопло № 7, с выдержкой для сушки между покрытиями не менее 30 мин, с последующим шлифованием шкуркой № 150—180.

Образование лакового покрытия. Производят пятикратное нанесение нитролака. При нанесении нитролака ручным способом за одно покрытие наносится два слоя, т. е. после первого покрытия лаком сразу же наносится второй слой. Выдержка между покрытиями не менее 30 минут.

Облагораживание лакового покрытия. Для получения гладкой блестящей поверхности, для уничтожения полос от тампонов производится разглаживание пленки. Эта операция выполняется полотняным тампоном, смоченным в смеси спирта и бутилацета, а также разравнивающими жидкостями.

При нанесении нитролака методом распыления технологический процесс отделки сводится к выполнению следующих отделочных операций.

Грунтование — трехкратное нанесение нитролака определенной вязкости. При нанесении лака методом распыления за одно покрытие наносится два перекрестных слоя. Выдержка между покрытиями не менее 30 минут. После этого производится шлифовка с уайт-спиритом шкуркой на бумаге № 150—180.

Образование лакового покрытия — пятикратное нанесение нитролака. Выдержка между покрытиями не менее 30 минут. Затем производится шлифовка с уайт-спиритом шкуркой на бумаге № 150—180.

Облагораживание лакового покрытия. Для получения гладкой, блестящей поверхности лаковая пленка разравнивается жидкостью РМ/Е с помощью полотняного тампона.

Технологический процесс отделки и облагораживание пленки можно изменить. После мокрой шлифовки производится дополнительное покрытие пленки цапон-лаком. После сушки пленки в течение 10 часов ее шлифуют пастой 290 или ГОИ на фланелевых кругах до получения блестящей глянцевой поверхности.

Технологический процесс отделки спиртовыми лаками аналогичен технологическому процессу отделки нитролаками ручного нанесения. Для разравнивания лаковой пленки в этом случае применяется этиловый спирт, которым смачивается плотный тампон. Грунтование при этом производится нитролаком.

НЕПРОЗРАЧНАЯ ОТДЕЛКА

Непрозрачная отделка грифа и ряда других деталей выполняется путем предварительного окрашивания их в черный цвет с последующим нанесением нитролака, подкрашенного спиртовым раствором нигрозина.

Технологический процесс отделки аналогичен технологическому процессу при прозрачной отделке.

ПОЛИРОВАНИЕ

По внешнему виду полирование является лучшей отделкой. Строение древесины становится особенно отчетливым, видны все оттенки, переходы тонов, переплетение волокон. Поэтому древесина в изделии под полирование должна быть доброкачественной, с красивой текстурой. Подготовка поверхности под полирование должна быть тщательной, а материалы для грунтования не должны вуалировать текстуру древесины (особенно тщательной должна быть подготовка фанерованной поверхности). Отделочная подготовка заключается в грунтовании поверхности спиртовым лаком, политугой или нитролаком с выдержкой в течение 3—5 суток.

После основательной подготовки приступают к полированию. Первые слои рекомендуется наносить политугой с содержанием смолы 12—15%, последующие — более жидкой политугой с содержанием смолы 5—10%. Полирование производится в два-три приема с применением пемзы в порошке и масла, с промежуточной выдержкой 2—5 суток. Полирование производят тампоном, на который рекомендуется наносить каплями масло (льняное, подсолнечное) для лучшего скольжения тампона.

Последняя операция при полировании заключается в разравнивании верхнего слоя и придания ему равномерного блеска. Эта операция называется *выполировкой*, *разгонкой*, *разжиганием*. Осуществляется она протиркой полированной поверхности сукном, смоченным чистым этиловым спиртом.

Полирование требует большого навыка. Основным условием успешного полирования и продолжительного сохранения зеркально-матового блеска поверхности является создание хорошего грунта.

После отделки инструменты поступают на оборудование, которое заключается в приклеивании подставки к корпусу гитары, соединении корпуса и грифа, прикреплении колковой механики, вставки и натяжении струн, регулировке и настройке.

Место на деке корпуса гитары для приклеивания подставки очищается от лака. Зачистка производится специальной фрезой на вертикальном сверлильном станке (рис. 98).

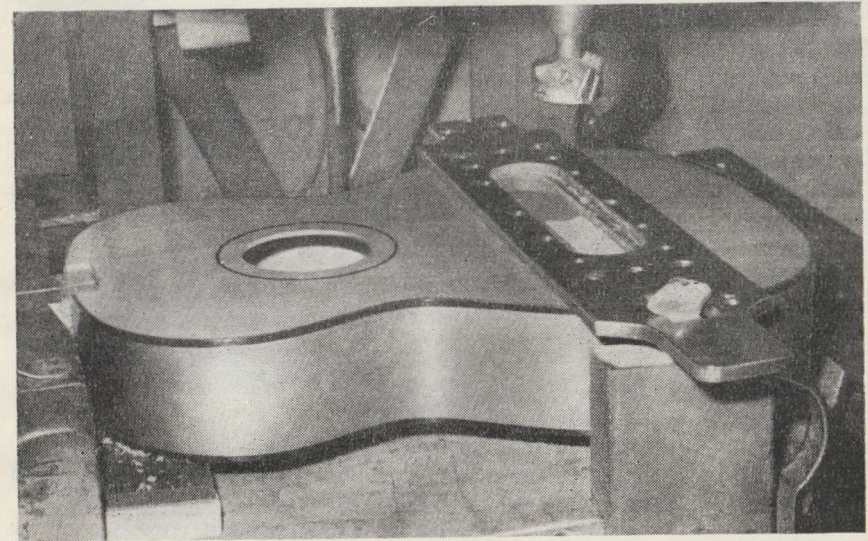


Рис. 98. Зачистка места под подставку на деке корпуса гитары

Подставка должна находиться на определенном расстоянии от дна гнезда под гриф до порожка подставки и равна половине величины мензуры минус глубина гнезда. Кроме того, подставка должна быть перпендикулярна оси корпуса и располагаться симметрично. Для обеспечения зачистки места под подставку корпус закрепляется в цулаге, где он фиксируется по гнезду под гриф по стрелке.

Фиксирование корпуса в цулаге, очистка лака и приклеивание подставки должны быть произведены исключительно тщательно. Смещение подставки вверх и вниз нарушает мензуру и гитара не будет «строить». Смещение подставки в сторону от оси корпуса приводит к спадению струн с грифа.

Подставка подогревается и при помощи специальной винтовой струбицы (рис. 99) приклеивается мездровым клеем вязкостью не ниже 4° Э.

Выдержка подставки в запрессованном состоянии производится не менее 2 часов, в распрессованном — не менее 16.

Колковая механика прикрепляется к головке шурупами размером 2×8 мм. При этом механика вкладывается в отверстие головок. Через отверстие в планке механики на вертикальном сверлильном станке просверливаются отверстия под шурупы сверлом диаметром 1,5 мм. Завертывание шурупов производится механическими отвертками.

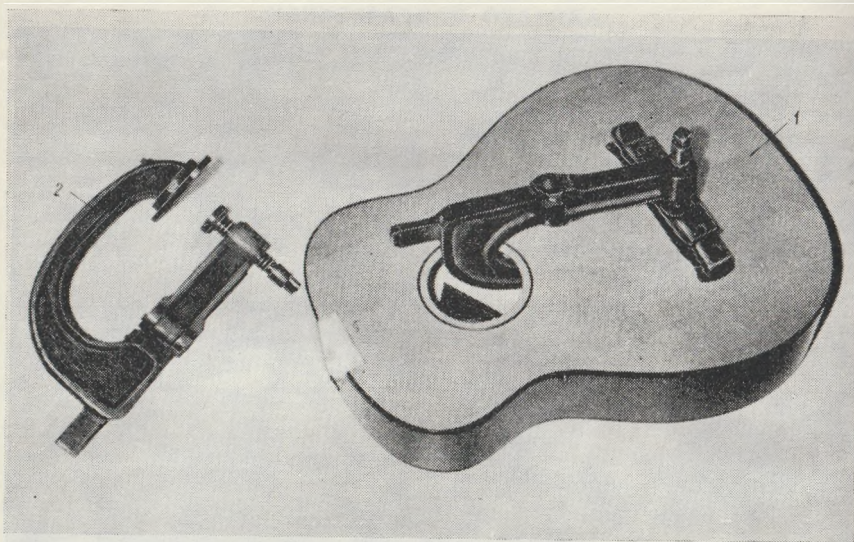


Рис. 99. Запрессовка приклеиваемой подставки:
1 — подставка; 2 — струбцина

Соединение корпуса и грифа гитары заключается в подгонке грифа к корпусу, сверлении отверстия в верхнем клее корпуса под соединительный винт и прикреплении грифа к корпусу винтом.

Гриф к корпусу должен быть подогнан так, чтобы ось грифа совпала с осью корпуса, что достигается подрезкой гнезда в корпусе или пятки грифа. Гриф должен иметь определенный уклон относительно корпуса, что проверяется шаблоном. Уклон необходим для получения расстояния (не более 3,5 мм над 12-м ладом) между струнами и ладовыми пластинами грифа.

После подгонки керном через отверстие в грифе намечается место под отверстие для винта на клее корпуса. По разметке в клее сверлом диаметром 7 мм на горизонтальном сверлильном станке просверливается отверстие под соединительный винт.

Привертывание грифа к корпусу производится вручную. После этого в подставку и колки вставляются струны.

Натяжение струн производится на специальном станке, который состоит из электромотора мощностью 0,25 квт, редуктора, гибкого вала, рукоятки и педали включения. Электродвигатель и редуктор прикреплены к боковой поверхности табурета.

После крепления струн производится регулировка и настройка. Дополнительное оборудование балалаек, мандолин, домр и гитар с передвижной подставкой заключается в прикреплении струнодержателя и регулировании высоты подставки.

Готовые гитары, балалайки, мандолины, домры по качеству должны удовлетворять РТУ РСФСР 672—60 (см. приложение).

Технологический процесс изготовления гитары с подбором оборудования и расчетом норм времени по операциям на 1000 изделий представлен в табл. 36.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЩИПКОВЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

При оценке качества музыкальных инструментов в основном учитывается три показателя:

1. Художественность изделия и его тщательность изготовления.

2. Прочность и безотказность в условиях эксплуатации.

3. Звуковые качества и удобство игры на инструменте.

Каждый из этих показателей заслуживает большого внимания со стороны работников промышленности, изготавливающих музыкальные инструменты.

Требования художественности и тщательности изготовления музыкального инструмента вполне естественно, так как такое изделие должно отвечать эстетическим запросам человека.

Второе требование объясняется спецификой пользования инструментом. Неисправность инструмента, особенно во время игры на нем, недопустима. Кроме того, щипковыми музыкальными инструментами пользуются в разных атмосферных условиях, отрицательно влияющих на них. Поэтому конструкция инструмента должна быть разработана так, чтобы была обеспечена его прочность, а влияние факторов, отрицательно сказывающихся на инструмент, было бы минимальным.

Кроме определенных музыкальных качеств звука, необходимо обеспечить удобство игры на инструменте и удобство извлечения звука, что является важнейшим из всех требований, предъявляемых к инструменту.

Требования, предъявляемые к музыкальным щипковым инструментам, в конечном счете определяют технические условия: на материалы, идущие для их изготовления; основные конструктивные элементы изделия; процесс изготовления деталей и частей инструмента; сборку; отделку; настройку и проверку перед выпуском из производства.

Оборудование	Операции	Наименование			
		Гриф			
		ручка	пятка	наращивание	головка
Рабочее место	Зачистка фальца	—	—	—	—
»	Окантовка корпуса	—	—	—	—
»	Подрезка верхней деки	—	—	—	—
Ленточношлифовальный станок	Шлифовка дек	—	—	—	—
Шлифовальный валик	» обечаек	—	—	—	—
Специальный станок	Склеивание пятки с ручкой	0,488	—	—	—
Циркулярная пила	Спиливание ручки на ус	0,183	—	—	—
Клеильноверный пресс	Склеивание головки с ручкой	0,535	—	—	—
Фрезерный станок	Строжка пласти под наклейку	0,351	—	—	—
Пневмопресс с электронагревателем	Приклеивание наклейки	0,458	—	—	—
Циркулярная пила	Торцовка грифа по длине	0,116	—	—	—
Фрезерный станок	Строжка по ширине	0,388	—	—	—
»	Подрезка хвостика грифа	0,143	—	—	—
»	Фрезерование профиля	0,529	—	—	—
»	Строжка пласти накладки	0,350	—	—	—
»	Фрезерование боков пятки	0,379	—	—	—
Циркулярная пила	Подрезка хвостика	0,214	—	—	—
Фрезерный станок	Фрезерование торца	0,101	—	—	—
Специальное сверло	Сверление отверстий в пятке	0,198	—	—	—
Шлифовальный дисковый станок	Подгонка пятки по шаблону	0,385	—	—	—
Специальный станок	Запиловка подлады	0,183	—	—	—
Вертикальный сверлильный станок	Сверление под точки	0,183	—	—	—
Рабочее место	Вставка точек и ладовых пластин	0,514	—	—	—
Гидропресс	Запрессовка ладовых пластин	2,00	—	—	—
Специальный станок	Отделка концов ладовых пластин	0,399	—	—	—
Рабочее место	Отделка ладовых пластин по высоте	0,399	—	—	—
»	Подготовка и приклейка порожка	0,472	—	—	—
»	Зачистка шейки и порожка	0,435	—	—	—
Шлифовальный валик	Шлифовка грифа	2,963	—	—	—
Специальный станок	Опиловка порожка по высоте	0,087	—	—	—
»	Опиливание пятки » » и заоваливание порожка	2,087	—	—	—
»	Окраска грифа	0,130	—	—	—
»	Шлифование грифа и точек	0,152	—	—	—
Специальный станок	Зачистка	—	—	—	—
Пульверизационная кабина	Грунтование и лакирование	2,5	—	—	—
Специальный станок	Разметка порожка под струны	0,174	—	—	—
Вертикальный сверлильный станок	Прикрепление механизма	0,428	—	—	—
Рабочее место	Приклейка подставки	—	—	—	—
»	Подгонка и прикрепление грифа	—	—	—	—
»	Натяжка струн	—	—	—	—
»	Настройка	—	—	—	—

деталей		Корпус												итого на 1000 изделий
наклейка	порожек	дека верхняя	пружины	дека нижняя	обечайки	клец верхний	клец нижний	контробечайки	подкладка под клец	контробечайки поперечные	стрелка	жилики	подставка	
—	—	—	—	—	0,522	—	—	—	—	—	—	—	—	8,7
—	—	—	—	—	5,272	—	—	—	—	—	—	—	—	88,0
—	—	—	—	—	0,783	—	—	—	—	—	—	—	—	13,0
—	—	—	—	—	1,881	—	—	—	—	—	—	—	—	31,3
—	—	—	—	—	2,174	—	—	—	—	—	—	—	—	36,2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33,3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	49,4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34,7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,279
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	138,4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23,0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14,3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33,3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,10

НАСТРОЙКА ИНСТРУМЕНТА И ПРОВЕРКА ПРАВИЛЬНОСТИ РАЗБИВКИ ЛАДОВ

Зная строй щипковых музыкальных инструментов, можно произвести их настройку, при этом предварительно проверив правильность установки подставки.

Для определения места подставки необходимо измерить расстояние от порожка до ладовой пластины 12-го лада, удвоить это расстояние и прибавить

для балалаек-прима	1,5—2 мм
» мандолин	1,5 »
» гитар	2,5—3 »

При правильно установленной подставке каждая струна, прижатая на 12-м ладу, должна звучать на октаву выше звучания открытой струны.

Для обеспечения октавного звучания на 12-м ладу пластина на подставке, ограничивающая рабочую часть струн (например, гитары), должна быть несколько скошена в сторону увеличения длины рабочей части басовых струн. Это необходимо для компенсации добавочного натяжения в струнах.

Так как это добавочное натяжение увеличивается с увеличением диаметра струн, то и ограничительная пластинка на подставке ставится под некоторым углом к струнам. Часто можно видеть подставки, у которых для отдельных струн имеются свои ограничители.

Настройка музыкальных щипковых инструментов производится следующим образом:

Гитара

1-я струна настраивается по камертону *ля* или на слух.

При настройке по камертону *ля* 1-я струна настраивается у нормальных гитар, прижатая на 7-м ладу, у терц-гитары — на 4-м, а у кварт-гитары — на 2-м.

Остальные струны у всех гитар настраиваются в следующем порядке:

2-я струна, прижатая на 3-м ладу, должна звучать одинаково (в унисон) с открытой первой струной;

3-я струна, прижатая на 4-м ладу, должна звучать одинаково (в унисон) с открытой второй струной;

4-я струна, прижатая на 5-м ладу, должна звучать одинаково (в унисон) с открытой третьей струной;

5-я струна, прижатая на 3-м ладу, должна звучать одинаково (в унисон) с открытой четвертой струной;

6-я струна, прижатая на 4-м ладу, должна звучать одинаково (в унисон) с открытой пятой струной;

7-я струна, прижатая на 5-м ладу, должна звучать одинаково (в унисон) с открытой шестой струной.

Настройка гитары шестиструнной производится следующим образом:

1-я струна настраивается по камертону *ля*, прижатая на 5-м ладу;

2-я струна, прижатая на 5-м ладу, должна звучать одинаково (в унисон) с открытой первой струной;

3-я струна, прижатая на 4-м ладу, должна звучать одинаково (в унисон) с открытой второй струной;

4-я струна, прижатая на 5-м ладу, должна звучать одинаково (в унисон) с открытой третьей струной;

5-я струна, прижатая на 5-м ладу, должна звучать одинаково (в унисон) с открытой четвертой струной;

6-я струна, прижатая на 5-м ладу, должна звучать одинаково (в унисон) с открытой пятой струной.

Балалайка - прима

1-я струна настраивается по камертону *ля* или на слух.

2-я струна и 3-я струна *ля*, прижатые на 5-м ладу, должны звучать (в унисон) с открытой первой струной.

Мандолины

1-я струна *ми* настраивается одинаково (в унисон) со второй струной, прижатой на 7-м ладу;

2-я струна настраивается по камертону *ля* или на слух;

3-я струна *ре*, прижатая на 7-м ладу, должна звучать одинаково (в унисон) с открытой второй струной;

4-я струна *соль*, прижатая на 7-м ладу, должна звучать одинаково (в унисон) с открытой третьей струной.

Струны мандолины парные и настраиваются между собой одинаково (в унисон).

Правильность разбивки ладов проверяется проигрыванием по ладам гамм, трезвучий или октавных звуков, например, струна на 1-м ладу должна звучать октавой ниже той же струны, прижатой на 13-м ладу; прижатая на втором ладу — на октаву ниже прижатой на 14-м ладу и т. д.

Сказывается на правильности звучания струн высота струн над ладами. Так, при большой высоте струны при нажатии на нее пальцами во время игры возникает добавочное натяжение и вследствие этого звучание струны повышается.

Нормальное положение струн для гитар над ладовой пластиной:

1-го лада	0,8 мм
12-го лада	3,5 »

для балалайки-прима — соответственно 0,7 и 3 мм
и для мандолин — 0,7 и 2,5 мм.

Расстояние между струнами на порожке:

у гитары	7 мм
» балалайки	13 »
» мандолины	5 »
между парными струнами	2 »

Расстояние между струнами на подставке:

у гитары	10 мм
» балалайки	15 »
» мандолины	9 »
между парными струнами	2,5 »

Звуковая проверка готового инструмента производится субъективными методами, т. е. игрой на инструменте определяется на слух степень его громкости, тембр, певучесть. Поэтому приемка готовой продукции должна производиться высококвалифицированными, музыкально грамотными людьми, знающими конструкцию инструмента и методы его изготовления.

Субъективный метод оценки инструмента нельзя считать совершенным. В настоящее время ведутся большие научно-исследовательские работы по разработке метода объективной оценки звучания щипковых музыкальных инструментов.

МАРКИРОВКА, УПАКОВКА, ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

Каждый щипковый музыкальный инструмент должен иметь производственную марку — товарный знак предприятия-изготовителя. Товарный знак помещается внутри корпуса инструмента на видном месте против резонаторного отверстия и должен содержать наименование предприятия-изготовителя, его подчиненность и адрес; наименование изделия; артикул изделия с указанием цены; № РТУ РСФСР, которым должен соответствовать по качеству музыкальный инструмент.

К каждому инструменту прикладывается инструкция пользования и хранения. Перед упаковкой струны должны быть ослаблены. Каждый инструмент должен быть тщательно завернут в бумагу или вложен в коробку, в пакет.

Потребителям музыкальные инструменты могут отгружаться в контейнерах или ящиках. Ящики изготавливаются из тарных досок толщиной 16—19 мм (ГОСТ 8486—57). Доски не должны иметь сквозных трещин, выпадающих сучков и других пороков древесины, нарушающих прочность. Влажность досок 15—18%.

Упаковочный ящик состоит из двух боковых стенок, двух головок (торцовых стенок), крышки и дна, которые представляют собой щиты из заготовок, соединенных планками при помощи гвоздей размером 2,5×50 мм. Соединение щитов между собой производится гвоздями 2,5×50 мм. После упаковки крайние пояса соединяются металлическими уголками. Соединение досок в щитах и щитов между собой должно быть плотным, зазоры допускаются не более 3 мм. Прошедшие через доски концы гвоздей должны быть загнуты и утоплены в пласти досок.

Ящики должны быть обиты с внутренней стороны водонепроницаемой бумагой. Кроме этого, ящики могут быть изготовлены из древесно-волоконистых плотных изоплит толщиной 4—5 мм (ГОСТ 4598—53).

Размеры ящиков:

1. Упаковочные ящики для гитар — длина 1118 мм, ширина 834 мм, высота 502 мм; в один ящик вмещается

14 гитар, или 18 балалаек, или 22 овальные мандолины, или 30 плоских мандолин.

2. Упаковочный ящик для упаковки трехструнного домробалалаечного оркестра — длина 1968 мм, ширина 1484 мм, высота 564 мм.

При упаковке музыкальных инструментов в ящики или контейнеры свободные места должны быть плотно заполнены древесной стружкой или другим прокладочным материалом. Влажность этих материалов не должна превышать 15% абс.

В ящик или контейнер должен быть вложен упаковочный лист с указанием предприятия-изготовителя, наименования изделий, артикула, количества инструментов, номера ящика, даты упаковки и адреса получателя. Упаковочный лист должен быть подписан упаковщиком и контролером.

При погрузке, транспортировании и выгрузке музыкальные инструменты должны быть предохранены от механических повреждений и попадания влаги.

Ящики с музыкальными инструментами нельзя контовать и бросать, так как небрежное обращение может привести к повреждению инструментов.

Хранение музыкальных инструментов на складах, базах и в торговых помещениях должно удовлетворять следующим требованиям:

1. Помещение для хранения щипковых музыкальных инструментов должно быть сухое, чистое, с температурой 15—20°С при относительной влажности воздуха 50—60%.

2. Хранящиеся инструменты должны быть защищены от прямых солнечных лучей.

3. В помещении не должно быть сквозняков и вредных паров, могущих химически воздействовать на металлические части и вызвать их коррозию.

4. Нераспакованные музыкальные инструменты в ящиках, а также уложенные в штабеля должны храниться на подставках поднятыми на 20 см от пола.

5. При распаковке, переноске инструментов необходимо соблюдать осторожность, так как неосторожное обращение может привести к порче инструмента.

6. На базах и в кладовых магазинов музыкальные инструменты должны храниться в завернутом виде на стеллажах, уложенные на ребро, в подвешенном состоянии или в штабелях высотой до 1 м при специальной укладке «звездочкой» (чередование грифа с корпусом).

7. Музыкальные принадлежности (струны, колковая механика, ключи) хранятся в отдельных ящиках, уложенных в стеллажи или в шкафы с выдвижными ящиками.

8. В торговых залах магазинов инструменты хранятся без упаковки в шкафах, предохраняющих инструменты от запачивания.

9. Хранить щипковые музыкальные инструменты у потребителя следует при температуре от +12 до +20° с влажностью воздуха 50—60%.

10. Расстояние до окон, дверей, печей, батарей парового отопления должно быть не менее 1,5 м.

11. При перерыве в игре свыше 1 месяца необходимо ослабить струны.

12. В зимнее время, когда инструмент с улицы попадает в теплое помещение, на инструменте может появиться влага, поэтому, прежде чем играть на нем, необходимо дать ему просохнуть, а затем протереть сухой мягкой тряпкой.

Несоблюдение правил хранения, транспортировки и использования приводит к расклейке, короблению, растрескиванию, ржавлению металлических частей и механическим повреждениям.

РЕМОНТ

В результате неправильного хранения и небрежного обращения в процессе эксплуатации в щипковых музыкальных инструментах могут возникнуть повреждения, устранение которых осуществляется ремонтом. Ремонт также производится с целью предупреждения разрушения и удлинения срока службы.

Ремонт музыкальных инструментов отличается большим разнообразием и сложностью.

Наиболее часто в процессе эксплуатации возникают следующие дефекты:

1. Повреждение внешней отделки.
2. Отрыв подставки у гитар с приклеенной подставкой.
3. Трещины на деках и корпусах.
4. Коробление грифа, вызывающее дребезжание струн.
5. Острые кромки ладовых пластин на кромках грифов.
6. Отклейка головки.
7. Отклейка или повреждение порожка и т. д.

Устранение перечисленных дефектов требует хороших знаний, опыта и может быть выполнено только высококвалифицированным мастером.

Для ремонта требуется оборудование: станки, ваймы и различные материалы. Поэтому качественный ремонт щипковых музыкальных инструментов может быть выполнен в специализированных мастерских по ремонту музыкальных инструментов.

В зависимости от повреждения ремонт бывает мелкий, средний, крупный и сложный.

На каждый предназначенный к ремонту инструмент должна быть составлена дефектная ведомость, в которой указывают наименование изделия, его конструктивные особенности, вид внешней отделки и перечень дефектов по форме

№ пп	Вид ремонта	Описание повреждения	Ремонтные работы	Ориентировочный перечень операций

Дефектная ведомость позволяет определить объем работ, потребность в материалах и стоимость ремонта.

ИСПРАВЛЕНИЕ ВНЕШНЕЙ ОТДЕЛКИ

При небольших повреждениях лакированной поверхности изделия с поврежденных мест тщательно удаляют остатки лака и производят местную лакировку, причем последним одноразовым покрытием лаком освежают всю поверхность изделия. Таким методом очень трудно устранить местное повреждение так, чтобы исправление осталось совершенно незаметным.

При больших повреждениях следует снимать все старое покрытие и производить лакирование всего изделия. При исправлении дефектов полированной поверхности необходимо снимать все покрытие и производить полную переполіровку.

Снятие старого отделочного покрытия может быть произведено при помощи цикли или лучше всего путем смывания различными растворителями.

Для смывания старых лакокрасочных покрытий применяются следующие растворители: бутилацетат, ацетон, эмульсия из 2 частей нашатырного спирта и 1 части скипидара и др.

Эти составы наносят хлопчатобумажной тряпкой, тампоном или травяной щеткой. Для восстановления блеска потускневшей полированной поверхности применяется состав из 2 частей стеариновой кислоты и 3 частей скипидара. Состав наносится в холодном состоянии тампоном и тщательно растирается фланелью или шелком до тех пор, пока не восстановится прежний блеск покрытия.

Приклеивание подставки к деке гитары

Для того чтобы приклеить подставку к деке гитары, необходимо: зачистить место на деке и пласть подставки от старого клея, нанести раствор клея на пласть подставки, положить подставку на деку, запрессовать специальной струбциной и выдерживать в запрессованном состоянии 4 часа. Расстояние от дна гнезда в корпусе под гриф до порожка подставки должно равняться половине мензуры минус глубина гнезда под гриф. Подставка должна быть перпендикулярна оси корпуса, а ее середина совпадать с осью корпуса.

Для приклеивания подставки к деке гитары применяется мездровый клей концентрации 40—45%, вязкостью 3,5—4° Э. Перед приклеиванием подставку рекомендуется подогреть.

Исправление коробления грифа и острых кромок ладовых пластин

При значительном короблении грифа, когда стрела прогибает по ладовым пластинам более 0,3—4 мм, необходимо разобрать инструмент, снять ладовые пластины, снять порожек и отфуговать наклейку до устранения стрелы прогиба. После этого необходимо окрасить наклейку; зашлифовать пазы под ладовые пластины; вставить ладовые пластины; обработать пластину и кромки ладовых пластин; приклеить, обработать, окрасить и разметить порожек, отделать гриф и произвести оборудование, регулировку и настройку.

Если стрела прогиба менее 0,3 мм, то ее можно устранить шлифованием пласти ладовых пластин. Для этого необходимо разобрать инструмент, снять порожек и плоским мелким напильником отшлифовать пластину ладовых пластин до устранения стрелы прогиба. После этого обработать ладовые пластины, приклеить и обработать порожек. Если имеется превышение одного лада относительно другого, что вызывает дребезжание струн, то оно устраняется поднятием стамеской заниженного лада или сошлифовыванием завышенного.

Острые кромки ладовых пластин на кромках грифа устраняются путем шлифования напильником.

Заделка трещин и приклеивание головок

Трещины заделываются клеем из древесины, подобранной по цвету, слою и текстуре. Для более плотной вклейки рейки ее кромки и кромки трещины срезаются на конус. Рейка должна быть так подогнана и вклеена, чтобы ее не было видно. После вклейки рейка зачищается и производится отделка.

Для того чтобы приклеить отклеившуюся головку, необходимо счистить старый клей с головки и гнезда в грифе, нанести клей и запрессовать винтовой струбциной. Выдержать в запрессованном состоянии 4—6 часов, зачистить и отделать гриф.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НОРМАТИВЫ

Длительность производственного цикла

Время, необходимое для выполнения всего комплекса операций на изготовление изделия, называется длительностью производственного цикла.

Началом производственного цикла является раскрой материалов, концом — сдача готового изделия на склад. Длительность производственного цикла складывается из трудозатрат по всем стадиям производства, технологических выдержек и времени прохождения полуфабрикатов по отдельным стадиям производства.

Наибольший удельный вес в производственном цикле занимают технологические выдержки и прохождение по стадиям обработки. Трудозатраты имеют незначительный удельный вес.

Трудозатраты на изготовление щипковых музыкальных инструментов по стадиям производства, по данным фабрики имени Луначарского, приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Стадии производства	Трудозатраты в норма-часах			
	гитара	балалайка	мандолина овальной плоскости	3-струнный оркестр
Раскрой и станочная обработка деталей . . .	0,11—0,15	0,25—0,30	0,35/0,16	13,5—15
Изготовление деталей из шпона и фанеры . . .	0,09—0,1	0,03—0,04	0,03/0,09	0,4—0,5
Изготовление дек . . .	0,25—0,35	0,2—0,3	0,35/0,15	7—8
Отделка и оборудование	0,4—0,5	0,25—0,35	0,35/0,45	9—10
Всего	0,85—1,1	0,73—1,09	1,08/0,85	29,9—33,5

Длительность производственного цикла по стадиям производства составляет примерно:

Раскрой	3 суток
Сушка с остывочным процессом	30 »
Станочная обработка	15 »
Комплектовка	20 »
Сборка и обработка узлов	15 »
Отделка и регулировка	10 »

Всего: 93 суток

Нормативы незавершенного производства

Незавершенным производством называется количество полуфабрикатов, находящихся одновременно на различных стадиях производственного процесса с различной степенью готовности. Незавершенное производство необходимо для нормальной работы предприятия. Недостаточное количество незавершенного производства приводит к простоям и неритмичной работе. Излишек же незавершенного производства вызывает замораживание оборотных средств и загромождение производственных площадей. Норматив незавершенного производства определяется как произведение длительности производственного цикла на объем выпуска в день.

Незавершенное производство должно быть распределено равномерно по стадиям производства в соответствии с технологическими режимами.

Нормы производственной площади

Производственная площадь, необходимая на одно рабочее место для выполнения тех или иных производственных операций, складывается из площади, занятой станком или рабочим верстаком; площади, занятой применяемым для работы приспособлением; площади, занятой полуфабрикатами для обработки и полуфабрикатами обработанными; площади для проходов и проездов, которые обычно составляют 35—40% от основных площадей.

Для расчета производственных площадей обычно пользуются нормативами, принятыми в столярно-мебельных производствах, что не совсем правильно.

Имеющийся опыт действующих предприятий позволяет внести коррективы и рекомендовать нормы площади в производстве щипковых музыкальных инструментов (см. табл. 2).

Таблица 2

Производственные участки	Норма производственной площади на одно рабочее место, станок в м ²
Раскройный	25—30
Станочный	18—20
Фанерование	20—25
Сборка	12—15
Отделка	12—15

Удельная норма площади на 1000 изделий годового выпуска составляет в среднем 20—25 м².

В эту норму площади входит производственная и вспомогательная площади.

Нормы расхода важнейших материалов

Нормы расхода важнейших материалов на изготовление щипковых музыкальных инструментов приводятся в табл. 3.

Балалайки, гитары, мандолины и домры — струнные щипковые музыкальные инструменты, имеющие 12-ступенный равномерно-темперированный строй. Инструменты предназначаются для сольного и оркестрового исполнения музыкальных произведений.

Балалайки, гитары, мандолины и домры должны соответствовать настоящим техническим условиям, техническим характеристикам, чертежам и образцам, утвержденным в установленном порядке. Техническая характеристика на каждый тип инструмента является обязательным дополнением настоящих технических условий.

Таблица 3

Наименование материала	ГОСТ или марка	Единица измерения	Норма расхода на 1000 шт. изделий			
			гитара	балалайка	мандолина овальная плоская	оркестр
Бук	2695—56	м ³	5,18	7,0	5,64/4,65	317,85
Ель поделочная	8486—57	»	1,78	7,74	0,39/0,80	92,00
» резонансовая	РТУ РСФСР 680—60	»	5,19	2,33	2,86/2,19	90,01
» поделочная для тары	8486—57	»	6,27	5,06	4,24	190,6
Шпон, фанера строганая	99—57/2977—51	м ³ /м ²	0,75/1423	0,463/—	0,361/800	5,34/—
Фанера клееная	3918—55 сорт А, АВ, ФК, ФБА	м ³	1,367	0,0299	0,728	2,21
Латунь	ЛС-59-1	кг	105	36	69	1085
пруток для шестеренок	ЛС-62	»	62	33,2	80,2	1580
проволока для ладов	2060-60	кг	140,5	53,15	125,7	1848,6
проволока для струн	2066-58	»	3,62/7,16	1,6/1,65	2,4/5,29	48,2/71,0
Лента холодного проката	Ст. 0,8—10 503—41	»	159/485	84,3/266	78,8/221	3042/9266
Сталь калиброванная	Ст. 20 1050—57	»	13,8/1,01	11,75/—	6,9/—	262/—
Проволока стальная	Ст. 3, 3282—46	»	6,49/121,8	6,08/266	6/221	196/—
для шурупов, для струн	У9А, 5047—49	»	3/3	2,5/2,5	2,0/2,0	50/50
Нитролак	Музпром	»				
отделка тампоном, отделка	ТУ 18-59,754,					
пульверизацией	НЦ-312, 4976-49					
Спирт	5962-51					
Бутилацетат	7660/92					
Ацетон	2603-51					

Наименование материала	ГОСТ или марка	Единица измерения	Норма расхода на 1000 шт. изделий			
			гитара	балалайка	мандолина овальной плоскости	оркестр
Цапон-лак	№ 981 6236—50	кг	-/297,28	-/135	-/66,5	-/2620
Клей технический желтый	4821—49	»	10,34	7,39	7,34	269,89
Смола М-70	М-70	»	14,0	9,5	8,0	—
Щавелевая кислота	5873—51	»	0,84	1,93	0,48	16/95
Клей сухой мездровый	3252—46	»	25,45	30,9	48,5	1015,66
Смола М-4	М-4	»	115,5	17,0	17,0	—
Молочная кислота	490—41	»	2,8	—	—	—
Хлористый аммоний	3773—47	»	0,58	0,185	0,185	—
Смола МФ-17	МФ-17	»	—	41,6	—	508
Красители — бордо АТ кислот	ТУМ-ХП 584—41	»	1,62	0,98	1,06	23,54
светлопрозрачный кислотный	6066—51	»	6,78	4,21	4,18	91,9
Бисмарк	—	»	0,19	0,038	—	—
коричневый кислотный	ТУМ 282-41	»	0,31	0,20	—	—
метаниловый желтый	—	»	0,29	0,192	—	—
Нигрозин водный	4014—48	»	18,58	7,2	6,47	160,78
Краска темперная	ТУМ-12 145—08	»	4	2,08	1,6	66,72
Краска анилиновая	—	»	2,7	1,42	1,6	51,69
Шкурка на полотно	5009	м ²	14,01	2,95	2,36	98,72
» бумаже	6459—53	»	105,26	85,5	173,5	2210,0
Паста ГОИ	—	кг	0,367	0,157	0,419	3,84
Шелк натуральный	1086—52	»	0,124	—	0,066	1,148
Соплимер	СНП или СН-20	»	14,79	7,26	14,04	188,56

Вес щипковых музыкальных инструментов

Вес щипковых музыкальных инструментов приводится в табл. 4.

Таблица 4

Наименование изделий	Вес в кг
Гитара артистическая 245	1,680
» » 231	1,520
» » 250	1,4
» » 259	1,140
Балалайка » 215, 216, 320	0,76
» » 222	—
Мандолина овальная 271	0,7
» » 278	0,65
» полуовальная 285	0,7
» плоская 292	0,72
Домра-пикколо	0,320
» прима	0,475
» альт	0,890
» тенор	1,015
» бас	1,910
Балалайка-секунда	1,100
» альт	1,250
» бас	3,650
» контрабас	7,340

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА БАЛАЛАЙКИ, ГИТАРЫ, МАНДОЛИНЫ И ДОМРЫ

РСФСР Госплан	Республиканские технические условия	РТУ РСФСР 672—60
	Балалайки, гитары, мандолины и домры	
	Основные технические требования	Группа У-42
Внесены Ленинградским совнархозом	Утверждены Госпланом РСФСР 8 февраля 1960 г.	Срок введения 1 мая 1960 г.

Типы

1. Балалайки, гитары, мандолины и домры различаются по количеству струн, диапазону, интервалу между звуками открытых струн, форме корпуса, внешней отделке и конструктивному выполнению основных узлов.

2. По количеству струн щипковые музыкальные инструменты подразделяются на следующие виды:

балалайки — трехструнные, четырехструнные (с добавочной первой струной), шестиструнные (с парными струнами);

гитары — шестиструнные, семиструнные;

мандолины — восьмиструнные (с парными струнами);

домры — трехструнные, четырехструнные.

3. Диапазон звучания музыкальных инструментов:
балалайки-прима, -секунда, -альт, -бас, -контрабас — от 1³/₄ до 2¹/₂ октав;
гитары обычной, терцово-квартовой, электрогитары, гавайской электрогитары — 3¹/₄ до 3¹/₂ октав;

мандолины овальной, полуовальной и плоской — 3¹/₃ октав;
домры-пикколо, -прима, -альт, -тенор, -бас, -контрабас — от 2¹/₂ до 3¹/₂ октав.

4. Интервал между звуками открытых струн должен быть равен:

балалайки-прима-секунда и -альт — между звуками первой и остальными двумя настроенными в унисон струнами — кварте, балалайки-бас, -контрабас — между звуками первой и второй, второй и третьей струнами — кварте;

гитары семиструнной — между звуками первой и второй, четвертой и пятой струн — малой терции, второй и третьей, пятой и шестой — большой терции, третьей и четвертой, шестой и седьмой — кварте; гитары шестиструнной — между звуками первой и второй струн, третьей и четвертой, четвертой и пятой, пятой и шестой — кварте, второй и третьей — большой терции;

мандолины — между звуками каждой пары, настроенных в унисон, — квинте;

домры трехструнной — между звуками первой и второй струн, второй и третьей — кварте; четырехструнной — между звуками первой и второй струн, второй и третьей, третьей и четвертой — квинте.

Звучание первой струны (открытой) должно соответствовать:

для балалайки-прима — тону *ля* первой октавы, — секунда — *ре* первой октавы, — альт — *ля* малой октавы, — бас — *ре* малой октавы, контрабас — *ре* большой октавы;

для семиструнных гитар — тону *ре* первой октавы, для шестиструнных гитар — *ми* первой октавы;

в мандолинах — тону *ми* второй октавы;

у домр

трехструнных

пикколо — *ля* второй октавы,
прима — *ре* второй октавы,
альт — *ре* первой октавы,
тенор — *ля* малой октавы,
бас — *ре* малой октавы,
контрабас — *ре* большой октавы,

четырёхструнных

ля второй октавы
ми второй »
ля первой »
ми первой »
ля малой »
ля большой октавы,
соль большой октавы

Примечание. Порядковый счет струн ведется, начиная от тонкой струны.

5. Форма корпуса:

балалайки — треугольная, с выпуклым ребристым составленным из отдельных клепок или овальным дном;

гитары — с боковыми вогнутостями, слегка выпуклым дном;

мандолины плоской — близкая к окружности, дно с небольшой выпуклостью;

полуовальной — эллипсоидная с выпуклым составленным из отдельных клепок дном,

овальной — грушевидная, состоящая из отдельных клепок;

домры — полушаровая, состоящая из отдельных клепок.

6. По внешней отделке балалайки, гитары, мандолины и домры разделяются на лакированные (без закрытия текстуры древесины), полированные (без закрытия текстуры древесины), окрашенные методом художественной аэрографии с последующим лакированием или полированием.

Примечания: 1. Допускается имитация под ценные породы древесины.

2. Допускается отделка отдельных узлов, деталей и изделий в целом лаками и политурами темного и черного цветов с закрытием текстуры древесины.

3. Комплект инструментов, входящих в один оркестр, должен иметь однородную отделку.

Наименование узлов и деталей	Наименование материалов	Номера ГОСТ, ОСТ или ТУ
Корпус		
гитары	Фанера клееная, березовая, марка ФСФ, сорт А-АВ	3916 — 55
плоской мандолины	Бук, береза, клен, орех, шпон лущеный, сорт 1, из березы; фанера строганая, сорт 1, из древесины ореха, груши и других твердолиственных пород	2695 — 56 99 — 57 2977 — 51
балалайки	бук, береза, клен	2695 — 56
домры	То же	2695 — 56
мандолины овальной	» » »	2695 — 56
» полуовальной	» » »	2695 — 56
балалайки с овальным дном	древесно-волокнистая масса	Рецептура предприятия, утвержденная в установленном порядке
Гриф: головка, ручка наклейка	Бук, береза, клен	2695 — 56
Дека	Ель резонансовая или пихта кавказская в заготовках Ель радиальной распиловки	6900 — 54 ТУ ММП РСФСР 100 — 54 8486 — 57
Клепы гитарные и домровые, клецы нижние мандолин, задинка	Ель	99 — 57
Панцирь, розетка, жилки, облицовка задинки	Шпон лущеный, сорт 1, из березы	99 — 57
Панцирь для балалайки из древесно-волокнистой массы с овальным дном	Древесно-волокнистая масса	Рецептура предприятия, утвержденная в установленном порядке
Пружина	Сополимер	ТУ МХП 101 — 48 ТУ ММП РСФСР 100 — 54 2695 — 56
Порожек	Ель радиальной распиловки	2695 — 56
Подставка	Бук, граб, самшит Полистирол	ТУ МХП 241 — 54 2695 — 56
Точка	Береза, бук, клен, орех Полистирол	ТУ МХП 241 — 54 ОСТ 10182 — 39
Ладовая пластинка	Целлулоид технический белый Перламутр	ТУ импорт 1066 — 58
Кнопка	Проволока латунная, марка Л-62	5520 — 50
Струнодержатель	Проволока нейзильберовая Полистирол Фенопласт, марка монолит 1 Сополимер	ТУ МХП 241 — 54 5689 — 51 ТУ МХП 101 — 48 503 — 41
	Стальная лента холодного проката	

Наименование узлов и деталей	Наименование материалов	Номера ГОСТ, ОСТ или ТУ
Клеящие материалы	Клей мездровый	3252 — 46
	Желатин технический	4821 — 49
	Клей карбамидоформальдегидный, марка К-17	ТУ МХП 2539 — 55
	То же, марка М-70	ТУ МБ и ДП 730—56
	То же, марка М-4	ВТУ МБ и ДП 560 — 53

Примечание. Древесина для изготовления деталей балалаек, гитар, мандолин и домр должна быть без пороков, понижающих механическую прочность или ухудшающих внешний вид изделий. Влажность деревянных деталей не должна превышать 10%.

Технические требования

1. Для изготовления узлов и деталей балалаек, гитар, мандолин и домр должны применяться следующие материалы.

2. Колковая механика, струны для балалаек, гитар, мандолин и домр и гитарный ключ должны соответствовать техническим условиям, утвержденным в установленном порядке.

3. Все деревянные детали инструментов должны быть гладко отстроганы по 5-му классу (∇ д5), наружные поверхности отшлифованы по 8-му классу (∇ д8 по ГОСТ 7016—54), кромки резонаторного отверстия отшлифованы по 7-му классу (∇ д7).

4. Струнодержатели (балалаечные и мандолинные), изготовленные из черных металлов, должны иметь никелевое покрытие блестящей отделки по ГОСТ 3002 — 58 группа «Л».

5. Клеевые соединения деталей должны быть прочными. Места соединений клепок корпусов балалаек, мандолин полуовальных и домр с внутренней стороны должны быть оклеены полосками из бумаги, колленкора или шпона. Корпуса мандолин овальных внутри оклеиваются поперечными полосками колленкора, кроме того, вся внутренняя поверхность корпуса оклеивается бумагой. В местах клеевых соединений не должно быть потеков клея.

6. Деки щипковых инструментов должны быть прочно склеены из отдельных дощечек резонансовой древесины шириной не менее 40 мм, подобранных по слою и цвету. В деке допускается одна вставка шириной не менее 5 мм, подобранная по слою и цвету.

7. Деки, дно гитар и мандолин, задники балалаек должны быть окантованы по контуру цветными жилками и обкладкой из мореной или натурального цвета древесины. Для окантовки могут также применяться пластмассы, целлулоид и другие декоративные материалы.

Деки мандолин должны иметь панцири; балалаек и домр — панцири и розетки вокруг резонаторного отверстия; гитар — розетки, выполненные в различных вариантах из березового шпона мореного или натурального цвета, а также из строганой фанеры твердых листовых пород. Отдельные виды мандолин имеют, кроме панциря, также и розетку.

Допускается окантовка резонаторного отверстия путем окраски, если это улучшает внешний вид инструмента.

8. Пластины ладов должны быть установлены перпендикулярно продольной оси ладовой поверхности грифов и по размерам соответствовать чертежам. Отклонение от перпендикулярности допускается в пределах 30 минут. Торцы ладовых пластин должны быть зачищены «заподлицо» с кромками грифов (чистота поверхности $\nabla \nabla$ 5, по ГОСТ 2789 — 51). Вершины всех ладовых пластин должны находиться в одной плоскости. Биение струн в процессе игры о ладовые пластины не допускается.

9. Лицевые поверхности балалаек, гитар, мандолин и домр перед лакированием или полированием должны быть гладко отшлифованы по 8-му классу (∇ д8 ГОСТ 7016 — 54). Лаковая пленка должна быть блестящей и ровной. Наклейки грифов должны быть глубокого или поверхностного морения темного цвета под ценные породы древесины. Потеки лака, пятна, полосы и царапины не допускаются. На лицевой поверхности корпуса, при прозрачной темной отделке, допускается одна вставка (заделка) площадью не более 8 см², изготовленная из древесины той же породы, что и корпус, и с тем же направлением волокон, подобранная по текстуре и цвету, плотно пригнанная, поставленная на клею и полностью маскирующая дефекты обработки. При светлой отделке вставка не допускается.

10. Планки колковой механики должны быть хорошо пригнаны к головкам грифов балалаек, гитар, мандолин, домр и прочно укреплены шурупами с полукруглой головкой.

Правила приемки и методы испытания

1. Проверка и испытание готового инструмента и определение соответствия его настоящим техническим условиям, техническим характеристикам и образцам-эталонам производится предприятием-изготовителем по следующим показателям: действию колковой механики, правильности строя, игровым и акустическим качествам, качеству внешней отделки, размером.

2. Проверка действия колковой механики производится при натяжении струн в процессе настройки и проигрывания инструментов, при этом должна обеспечиваться стабильность строя. Самопроизвольное ослабление струн во время игры не допускается. Проверка правильности строя производится с помощью камертона ля первой октавы, имеющего частоту колебаний 440 *гц*.

Проверка игровых и акустических качеств производится проигрыванием инструментов по всему диапазону, кроме того, экспертным советом предприятия-изготовителя ежеквартально осуществляется проверка игровых и акустических качеств инструментов выборочным путем, в объеме 0,3% квартального выпуска, но не менее 50 штук.

3. Проверка качеств внешней отделки производится путем визуального осмотра.

4. Проверка размеров производится стандартными мерительными инструментами выборочно, в объеме 10% от принимаемой партии, но не менее 5 шт. изделий. При обнаружении хотя бы одного инструмента с отступлением от размеров проверяется каждый инструмент отдельно.

5. Балалайки, гитары, мандолины и домры, не удовлетворяющие настоящим техническим условиям, приемке не подлежат.

Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

1. Каждый инструмент должен иметь производственную марку или товарный знак предприятия. Производственная марка помещается внутри корпуса инструмента на видном месте — против резонаторного отверстия и должна содержать наименование предприятия-изготовителя, его местонахождение и подчиненность; наименование изделия; артикул; РТУ РСФСР 672—60.

2. К каждому инструменту прикладывается инструкция пользования и хранения. Кроме того, к каждой гитаре прикладывается ключ, предназначенный для регулирования угла наклона грифа и для разборки и сборки гитары.

3. Каждый инструмент должен быть тщательно завернут в упаковочную бумагу. Перед упаковкой натяжение струн должно быть ослаблено.

4. Иногородним потребителям инструменты отгружаются в ящиках или контейнерах. Ящики должны быть изготовлены в соответствии с действующими техническими условиями на тару для музыкальных инструментов.

5. При упаковке инструментов в ящики или контейнеры свободные места должны быть плотно заполнены древесной стружкой или другими мягкими прокладочными материалами. Влажность этих материалов не должна превышать 15% абс.

Оркестровые инструменты должны упаковываться комплектно. В ящик или контейнер должен быть вложен упаковочный лист с указанием предприятия-изготовителя, наименования изделий, артикула, количества инструментов, номера ящика, даты упаковки, адреса получателя. Упаковочный лист должен быть подписан упаковщиком и контролером.

6. При транспортировании инструментов с полированной поверхностью не упакованными в ящики (в пределах города), они должны быть завернуты в упаковочную бумагу и гофрированный картон или уложены завернутыми в бумагу в многооборотную тару, надежно предохраняющую их от повреждений.

7. При погрузке, транспортировании и выгрузке музыкальные инструменты должны быть предохранены от механических повреждений и попадания влаги.

8. Хранение музыкальных инструментов на складах, базах и в торговых помещениях должно производиться в соответствии с инструкцией Министерства торговли СССР № 0125 от 11 апреля 1949 года.

Гарантии

Конструкция и технология изготовления щипковых музыкальных инструментов должна обеспечивать их эксплуатацию длительное время.

Предприятие-изготовитель обязано в течение 6 месяцев со дня покупки производить магазину беспрепятственную замену щипковых музыкальных инструментов (балалаек, гитар, мандолин и домр), возвращенных покупателем, в которых имеются дефекты производственного характера, допущенные по вине предприятия-изготовителя.

При согласии покупателя на устранение выявившихся дефектов предприятие-изготовитель обязано это сделать за свой счет.

Покупателю предоставляется также право обмена дефектных изделий непосредственно на предприятии.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА АРФЫ

РСФСР Госплан	Республиканские технические условия	РТУ РСФСР 674—60
	Арфы	Группа У-42
Внесены Ленинградским совнархозом	Утверждены Госпланом РСФСР 8 апреля 1960 г.	Срок введения 1 мая 1960 г.

1. Арфа — струнный щипковый музыкальный инструмент, строй которой основан на диатонической гамме.

Натуральный строй арфы — *до бемоль мажор*. Все остальные тональности (мажорные и минорные), а также отдельные повышения или понижения тонов, необходимые при исполнении музыкальных произведений, могут быть получены при помощи механизма изменения длины рабочей части струн, приводимого в действие педалями.

2. Арфы предназначены для учебных целей, сольного и оркестрового исполнения музыкальных произведений.

3. Арфы должны соответствовать настоящим техническим условиям, чертежам и проектам архитектурно-художественного оформления, утвержденным в установленном порядке.

Типы, техническая характеристика и основные размеры

1. В зависимости от звуковых качеств арфы подразделяются на учебные, арт. 450; оркестровые, арт. 451; сольные, арт. 452.

2. К учебным относятся арфы с удовлетворительным звучанием, к оркестровым — с хорошим звучанием, к сольным — с отличным звучанием.

3. Диапазон звучания изготавливаемых арф должен быть равен $6\frac{1}{2}$ октавам: в пределах от ноты *ре бемоль* контроктавы, до ноты *соль диез* четвертой октавы.

4. Механизм изменения длины рабочей части струн (главный механизм) приводится в действие семью педалями. Каждая педаль должна обеспечить перестройку струн одного наименования во всех октавах на полтона выше или ниже основного.

5. При архитектурно-художественном оформлении применяются: золочение, резьба по дереву, накладные украшения из древесины, пластмасс и других материалов, а также различные виды инкрустаций.

6. Основные размеры арф в мм:

Габаритные размеры арфы	1785 ± 10 × 965 ± 5 × 486 ± 3
Длина корпуса по деке	1337 ± 2
Ширина корпуса в верхнем основании	88 ± 1
» » в нижнем основании	410 ± 2
Выпуклость деки при полном натяжении струн	10—16
Длина струн максимальная	1503 ± 3
» » минимальная	69 ± 1

7. Общее количество струн — 46, в том числе металлических — 11, жильных — 35.

Металлические струны должны иметь шелковую прокладку и металлическую навивку, струны *до* и *фа* — медную, остальные латунную.

Технические требования

1. Для изготовления арф должны применяться следующие материалы:

Наименование узлов и деталей	Наименование материалов	ГОСТ, ОСТ или ТУ
Обшивка корпуса	Фанера клееная, березовая, марка ФСФ, сорт А-АВ	3916 — 55
	Шпон лущеный, сорт 1, из березы, бука и других твердых лиственных пород	99 — 57
Детали корпуса: боковины, основание, головки, обечайки нижние, планка с окнами и др.	Клен, бук	2695 — 56
	Клен, бук	2695 — 56
Колковая рама	Шпон лущеный, сорт 1, из березы, бука и других твердых лиственных пород	99 — 57
	Бук, клен	2695 — 56
Основание	Фанера строганая, сорт 1, из клена, ореха, груши, чинара и других твердых лиственных пород	2977 — 51
	Ель резонансовая или пихта кавказская в заготовках	6900 — 54
Колонна, ножки	Клен, груша	2695 — 56
	Листы латунные, марка ЛС 59-1	931 — 52
Щека, педаль, обручик, шарнир, движок порошка		

Наименование узлов и деталей	Наименование материалов	ГОСТ, ОСТ или ТУ
Диск, порожек, штырек дискантовый, гребенка распределительного механизма	Прутки латунные, марка ЛС59-1	2060 — 48
Рычаг педали	Сталь прокатная толстолистовая, марка Ст. 45	5681 — 57
Тяга, ось, стяжка, тяга, колонны, колок, штырек басовый	Сталь качественная, конструкционная, холоднокатаная, калиброванная, марка Ст. 35—50	1051 — 59
Пружина педали, пружина винта упора	Проволока стальная углеродистая, пружинная, термообработанная, марки У9А	5047 — 49
Клеящие материалы	Клей мездровый	3252 — 46
	Клей костный	2067 — 47
	Клей карбамидоформальдегидный, марка К-17	ТУ МХП 2539 — 55
	То же, марки М-70	ТУ МБ и ДП 730 — 56

Примечания: 1. Древесина для изготовления деталей арфы должна быть без пороков, понижающих механическую прочность или ухудшающих внешний вид. Влажность деревянных деталей не должна превышать 10%.

2. Фанерование лицевых поверхностей лущеным шпоном не допускается.

3. Струны арф должны соответствовать техническим условиям, утвержденным в установленном порядке.

4. Все деревянные детали арф должны быть гладко остроганы и отшлифованы по 8-му классу (▽д8, ГОСТ 7016—54).

5. Детали, изготавливаемые из черных металлов, а также крепеж, должны иметь оксидированное или другое противокоррозионное защитное покрытие, а колки — трехслойное никелевое покрытие с блестящей отделкой по ГОСТ 3002—58, группа «Л».

6. Наружные детали, изготавливаемые из латуни, должны быть отполированы (чистота поверхности ▽▽▽7 по ГОСТ 2789—51) и ровно покрыты бесцветным нитролаком. Потёки лака, шероховатости и другие дефекты поверхности не допускаются.

7. Соединения отдельных деталей и узлов при помощи клея или шурупов должны быть прочными и плотными. Шурупы с плоской головкой должны быть завернуты заподлицо с плоскостью деталей. Шлицы шурупов не должны иметь повреждений. В местах клеевых соединений не должно быть потеков клея.

8. В собранном корпусе острые кромки должны быть округлены, внутренняя поверхность корпуса должна быть ровно покрыта лаком. Потёки лака не допускаются.

9. Лицевые поверхности деталей корпуса, колковой рамы и основания арфы должны облицовываться строганой фанерой одной породы, подобранной по цвету и текстуре.

10. Дека должна быть прочно склеена из отдельных дощечек резонансовой древесины шириной не менее 60 мм, подобранных по слою и цвету. В деке допускаются две вставки шириной не менее 5 мм каждая, подобранные по слою и цвету.

Дека покрывается светлым прозрачным лаком. Потёки лака, пятна, царапины и другие дефекты не допускаются.

11. Дно и бортик боковины должны быть облицованы древесиной твердых лиственных пород. Допускается изготовление арф с корпусами без боковин.

12. Арфа должна изготавливаться из древесины натурального цвета или окрашенной в цвет, имитирующие ценные породы древесины. Лицевые поверхности арфы полируются светлой политугой без закрытия текстуры древесины. Полированные поверхности должны быть блестящими, ровными и без волнистостей. Царапины, пятна, прожоги, сетчатость пленки и другие дефекты поверхности не допускаются.

13. Механизм изменения длины рабочей части струн, приводимый в действие педалями, должен обеспечить плавную, легкую бесшумную перестройку струн, а также стабильность и прочность строя арфы. Педали в бемольном положении должны переместиться точно до упора.

14. Усилие, приложенное к каждой педали, необходимое для приведения в действие механизма изменения длины рабочей части струны, не должно быть более 4 кг.

15. Концы всех колков со стороны, предназначенной для настройки арфы, должны находиться в одной (вертикальной) плоскости. Допускаются отклонения в пределах ±1 мм.

Ключ для настройки арфы должен плотно входить на граненую часть колков.

16. Арфа должна настраиваться по камертону ля первой октавы с частотой колебаний 440 гц.

Правила приемки и методы испытания

1. Проверка и испытание каждой арфы и определение соответствия ее настоящим техническим условиям производится предприятием-изготовителем с участием высококвалифицированных музыкантов-исполнителей, членов экспертного совета предприятия после предварительного обыгрывания инструмента арфистами продолжительностью не менее 100 часов, в течение не менее 20 дней по следующим показателям: действию механизма изменения длины рабочей части струн, правильности строя, акустическим качествам, качеству внешней отделки, размерам.

2. Проверка действия механизма изменения длины рабочей части струн, правильности строя и акустических качеств производится путем проигрывания арфы по всему диапазону.

3. Величина статистического сопротивления педалей определяется путем установки на концы педалей (каждой) гирь весом 4 кг, при этом педаль должна опуститься на полную глубину 52 ± 2 мм.

4. Проверка качества внешней отделки производится путем визуального осмотра в сравнении с образцом-эталоном.

5. Проверка размеров производится стандартными измерительными инструментами.

6. Арфы, не удовлетворяющие настоящим техническим условиям, приемке не подлежат.

Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

1. Каждая арфа должна иметь производственную марку или товарный знак предприятия. Производственная марка помещается на внешней плоскости левой щеки механизма изменения длины рабочей части струн и осуществляется путем гравирования.

Производственная марка должна содержать наименование предприятия-изготовителя, его местонахождение и подчиненность.

2. К каждой арфе прикладывается паспорт, подписанный начальником ОТК, и инструкция с краткими правилами пользования и хранения.

Паспорт должен содержать: наименование предприятия-изготовителя, его подчиненность и адрес; наименование изделия; артикул; номер изделия;

номер серии; РТУ РСФСР 674—60; дату выпуска; гарантийный срок — один год.

Примечание. Если устранение производственных дефектов производят также и гарантийные мастерские, то список и адреса их указываются в паспорте, приложенном к арфе.

3. Фабричный номер арфы и номер серии, указанные в паспорте, дублируются путем гравирования на внешней плоскости левой щеки механизма изменения длины рабочей части струн ниже обозначения производственной марки.

4. Каждая арфа должна иметь чехол из мягкой ткани. Арфа в чехле должна быть поставлена в футляр, изготовленный согласно техническим условиям.

На футляре должны быть обозначены: «Арфа», номер арфы, символический знак арфы; «верх», «осторожно не кантовать».

5. При транспортировке арфы футляр должен быть перевязан. Иногородним потребителям арфы, предварительно установленные в футляры, отгружаются в ящиках-обрешетках в контейнерах. Ящики-обрешетки должны быть изготовлены в соответствии с действующими техническими условиями на тару для музыкальных инструментов.

6. В футляр должен быть вложен упаковочный лист с указанием предприятия-изготовителя, наименования изделия, артикула, номера ящика, даты упаковки и адреса получателя.

Упаковочный лист должен быть подписан упаковщиком и контролером.

7. При погрузке, транспортировании и выгрузке арфы должны быть предохранены от механических повреждений и попадания влаги.

8. На арфах, подлежащих иногородней поставке или находящихся вне употребления длительное время, натяжение струн должно быть ослаблено: металлических на 1 тон, жильных на 2 тона. Педали должны быть поставлены в положение минимального натяжения струн (концы педалей должны быть установлены кверху).

9. Распаковка ящиков с арфами должна производиться в закрытом помещении. В зимнее время арфы должны выдерживаться в футлярах в течение суток в помещении с положительной температурой 12—25°С, после чего необходимо протереть все наружные металлические детали сухой, чистой и мягкой тканью.

10. Хранение арф на складах, базах и в торговых помещениях должно производиться в соответствии с инструкцией Министерства торговли СССР № 0125 от 11 апреля 1949 года.

11. К каждой арфе должны быть приложены: один комплект жильных струн, струномер, ключ для настройки, пружина pedalная — 4 шт. (2 правые и 2 левые), винт упора — 5 шт., шайба с пружиной к винту упора — по 10 шт., кнопка — 6 шт., шкатулка для хранения запасных частей.

Гарантии

Конструкция и технология изготовления арф должны обеспечивать эксплуатацию их длительное время.

Предприятие-изготовитель обязано в течение года со дня покупки производить магазину беспрепятственную замену недоброкачественных арф, возвращенных покупателем, в которых имеются дефекты производственного характера, допущенные по вине предприятия-изготовителя.

При согласии покупателя на устранение выявившихся дефектов предприятие-изготовитель обязано это сделать за свой счет.

Покупателю предоставляется также право обмена дефектных изделий непосредственно на предприятии.

Примечание. Торговая организация обязана производить продажу арф в распакованном, отрегулированном и настроенном виде.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА МЕХАНИКУ (КОЛКОВУЮ) ШИПКОВЫХ И СМЫЧКОВЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

РСФСР Госплан	Республиканские технические условия	РТУ РСФСР 701—61
	Механика (колковая) щипковых и смычковых музыкальных инструментов	
Внесены Ленинградским совнархозом	Утверждены Госпланом РСФСР 20 июня 1961 г.	Срок введения 1 октября 1961 г.

1. Настоящие технические условия распространяются на механику колковую, предназначенную для регулирования степени натяжения струн щипковых и смычковых музыкальных инструментов.

2. Механика состоит из планки (рамки), на которой монтируются червячные пары, посредством которых осуществляется регулирование степени натяжения струн.

3. Механика для различных типов щипковых и смычковых музыкальных инструментов должна соответственно отвечать требованиям настоящих технических условий и чертежам, утвержденным в установленном порядке.

Типы

В зависимости от назначения и конструктивных особенностей различают следующие типы колковой механики:

Механика для балалаек-прима трехструнных — открытого и закрытого типов, четырехструнных и шестиструнных — открытого типа; трехструнных балалаек-секунда и -альт, трехструнных балалаек-бас; трехструнных балалаек-контрабас — закрытого типа.

Механика для гитар шестиструнных (обычных, квартовых, гавайских и электрогитар; семиструнных обычных, терцовых и электрогитар), семиструнных (квартовых и квинтовых) — открытого типа.

Механика для мандолин восьмиструнных (овальных и плоских обычных), восьмиструнных (овальных, полуовальных и плоских с головками грифов-гитарного типа) — открытого типа.

Механика для мандолин восьмиструнных (овальных и полуовальных) — открытого типа.

Механика для трехструнных домр-пикколо, -прима, -альт, -тенор и -бас — закрытого типа,

четырёхструнных домр -пикколо, -прима, -альт, -тенор, -бас, -контрабас — открытого типа.

Механика для контрабасов четырехструнных — $\frac{4}{4}$, $\frac{3}{4}$ и $\frac{2}{4}$.

Технические требования

1. Для изготовления деталей колковой механики должны применяться следующие материалы:

2. Поверхности деталей колковой механики должны иметь чистоту обработки по 5-му классу (▽5, ГОСТ 2789—51). Острые кромки, заусенцы и другие дефекты обработки не допускаются.

3. Детали, изготовленные из черных металлов, должны иметь никелевое покрытие в соответствии с ГОСТ 3002—58 для группы «Л». Допускается бронзирование деталей, а также нанесение защитно-декоративного покрытия «Кристаллит».

Наименования деталей	Наименование материалов	Номер ГОСТ, ОСТ или ТУ
Планка, стойка, шайба, крышка Червяк, колонка	Лента стальная низкоуглеродистая, холодной прокатки, марок Ст. 1,08 и 10 . . .	503 — 41
	Сталь качественная конструкционная, холоднотянутая, калиброванная, марки 20	1051 — 59
Шестеренка Барашек	Пруток латунный, марки ЛС 59-1	2060 — 60
	Полистироль блочный, марки Т	ТУ МХП 241 — 54
	Фенопласт, марки монолит 1	5689 — 51
	Сополимер, марок МС-3, МНС	ТУ МХП 101 — 48
Рамка, крышка Колесо червячное	Сталь прокатная полосовая, марки Ст. 3	103 — 57
	Пруток латунный марки ЛС 59-1	2060 — 60
Колок	Пруток латунный марки ЛС 59-1	2060 — 60
	Сталь качественная конструкционная, холоднотянутая, калиброванная, марки 20	1051 — 59
Головка червяка	Лист латунный, марки Л-62	931 — 52
	Лента стальная низкоуглеродистая, холодной прокатки, марок Ст. 1,08 и 10	503 — 41
Винт, шайба фасонная	Сталь горячекатаная круглая, марки Ст. 3	2590 — 57
	Пруток латунный, марки ЛС 59-1	2060 — 60
Палец	Проволока из конструкционной низкоуглеродистой стали	1798 — 49

Примечание. Допускается применение других материалов для изготовления деталей колковой механики, если они не ухудшают качество и внешний вид продукции.

4. Барашки механики в одном комплекте должны быть белого или черного цветов одинаковых оттенков.

Барашки должны иметь ровный блеск. Облой, раковины и другие дефекты обработки не допускаются.

5. Червячные пары механики должны обеспечить плавное зацепление и длительную стабильность натяжения струн.

Мертвый ход червячной пары допускается в пределах не более одной четвертой оборота.

6. Предприятие-изготовитель гарантирует устранение дефектов за свой счет или беспрепятственную замену недоброкачественной механики, в которой имеются дефекты производственного характера, при соблюдении предприятием-потребителем (магазином) правил хранения в соответствии с настоящими техническими условиями.

Методы испытания

1. Испытание каждой готовой колковой механики и определение соответствия ее настоящим техническим условиям производится предприятием-изготовителем по следующим показателям: действию механики (плавность зацепления и величина мертвого хода червячной пары); качеству обработки и внешней отделки; размерам.

2. Проверка действия механики производится опробованием на плавность зацепления. Величина мертвого хода определяется специальным мерительным инструментом.

Проверка качества обработки и внешней отделки производится осмотром. Проверка размеров производится выборочно стандартным мерительным инструментом в объеме 5% от принимаемой партии. При обнаружении хотя бы одной механики с отступлением от размеров проверяется вся партия.

3. Колковая механика, неудовлетворяющая настоящим техническим условиям, приемке не подлежит.

4. Предприятие-потребитель имеет право производить контрольную проверку соответствия механики требованиям настоящих технических условий.

5. При контрольной проверке механики отбираются образцы каждого типа в количестве 5% от партии. Отбор образцов производится из разных мест каждого ящика. Отобранные образцы подвергаются проверке действия механики, наружному осмотру и обмеру.

Проверка качества никелевого покрытия производится в соответствии с ГОСТ 3003—58.

В случае несоответствия хотя бы одного комплекта механики требованиям настоящих технических условий производится повторная проверка, для чего отбирается двойное количество образцов.

При неудовлетворительных результатах повторной проверки вся партия колковой механики данного типа считается забракованной.

Упаковка, маркировка, транспортировка и хранение

1. Механика должна быть смазана машинным маслом, завернута в пакеты (из бумаги) по 50 комплектов и упакована в ящики.

Вес ящиков не должен превышать 50 кг.

2. На каждом пакете помещается производственная марка, которая должна содержать: наименование предприятия-изготовителя, его подчиненность и адрес; наименование колковой механики и количество комплектов.

3. Ящики для транспортировки механики должны быть изготовлены в соответствии с действующими техническими условиями на тару для полуфабрикатов музыкальных инструментов. На каждом ящике несмываемой краской должно быть указано наименование предприятия-изготовителя, наименование и количество комплектов колковой механики.

4. В каждый ящик вкладывается упаковочный лист, который должен содержать: наименование предприятия-изготовителя, его подчиненность и адрес; наименование колковой механики и количество комплектов каждого типа; дату выпуска и упаковки; РТУ РСФСР 701—61.

Упаковочный лист должен быть подписан начальником цеха (склада) и ОТК, а также упаковщиком.

5. При погрузке, транспортировании и выгрузке механика должна быть предохранена от механических повреждений и попадания влаги.

6. На складе предприятия-потребителя механика может храниться в ящиках или в распакованном виде на стеллажах.

В зимнее время ящики с механикой необходимо выдерживать в распакованном виде в течение не менее 24 часов в помещении с температурой от +10 до +25°С.

7. Помещение для хранения механики должно быть сухим и вентилируемым. Температура воздуха в помещении должна быть в пределах от +10 до +25°С при относительной влажности воздуха 50—60%.

Хранение в этом помещении солей, кислот и щелочей не допускается. Настоящие технические условия распространяются на металлические струны для ударно-клавишных, смычковых и щипковых музыкальных инструментов.

Струны должны отвечать требованиям настоящих технических условий, чертежам и техническим описаниям, утвержденным в установленном порядке.

Техническое описание комплекта струн на каждую модель музыкального инструмента является обязательным дополнением настоящих технических условий и должно содержать данные мензуры и конструктивные особенности.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА СТРУНЫ ДЛЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

РСФСР Госплан	Республиканские технические условия	РТУ РСФСР 713—61
	Струны для музыкальных инструментов	Взамен ТУ 54—52 и ТУ 613—53 Министерства местной промышленности РСФСР группа
Внесены Ленинградским совнархозом		Срок введения 1 мая 1962 г.

Типы

1. В зависимости от назначения и конструктивных особенностей металлические струны подразделяются:

по назначению — для ударно-клавишных музыкальных инструментов (пианино и рояль), для смычковых (скрипка, альт, виолончель и контрабас), для щипковых (арфа, гитара, балалайка, мандолина и домра);

по конструктивным особенностям — на гладкие и обвитые; обвитая струна состоит из керна (основания) и навивки с одной или двумя навивками; с прокладкой между керном и навивкой и без прокладки.

2. Для обеспечения возможности крепления обвитые струны для пианино и роялей должны иметь на одном конце петлю; гладкие и обвитые струны для скрипок, альтов, виолончелей и контрабасов — петлю с закрепленным в ней шариком; обвитые струны для арф — петлю; гладкие и обвитые струны для гитары — петлю с закрепленным в ней шариком; струны для балалаек, мандолин и домр — петлю.

Технические требования

1. Для изготовления струн должны применяться следующие материалы:

Наименование деталей	Наименование материалов	Номер ГОСТ, ОСТ или ТУ
Гладкая струна и kern обвитой струны: для ударно-клавишных музыкальных инструментов для смычковых и щипковых музыкальных инструментов	Проволока струнная фортепианная для музыкальных инструментов Проволока стальная, высокоуглеродистая, марок У8А, У9А	ТУ ЛенСНХ 25175 — 60 ТУ — импорт ЧМТУ 5—53 Ленинградского сталепрокатного з-да
Навивка: для ударно-клавишных музыкальных инструментов для смычковых музыкальных инструментов	Проволока медная, круглая для электротехнических целей, марки ММ Проволока алюминиевая, марки АМ (только для некоторых струн)	2112 — 46 6132 — 59

Наименование деталей	Наименование материалов	Номер ГОСТ, ОСТ или ТУ
для щипковых музыкальных инструментов Шарик Прокладка (для струн смычковых, щипковых музыкальных инструментов)	Проволока из серебра и серебряно-медных сплавов (только для некоторых струн)	7222 — 54
	Проволока из медно-цинковых сплавов, марки Л62	1066 — 58
	Пруток латунный, марки ЛС 59-1	2060 — 60
	Шелк натуральный изоляционный	1086 — 22

Примечания: 1. По согласованию с потребителями допускается применение других материалов для навивки струн смычковых музыкальных инструментов, отвечающих требованиям РТУ РСФСР на инструменты музыкальные смычковые.

2. Допускается посеребренная навивка струн щипковых музыкальных инструментов.

2. Гладкие струны и керны обвитых струн ударно-клавишных музыкальных инструментов должны отвечать требованиям ТУ ЛенСНХ 25176—60, а смычковых и щипковых музыкальных инструментов — ЧМТУ 5—53 Ленинградского сталепрокатного завода.

3. Витки навивки обвитой струны должны плотно прилегать друг к другу и к керну (стальной основе). Скольжение навивки по керну ни в продольном, ни в поперечном направлениях не допускается. Навивка по всей длине должна быть ровной, без местных разрежений и уплотнений. Число витков на 1 см длины для каждого номера струны должно соответствовать указанному в мензуре. Обрывы навивки, а также трещины, вмятины, пятна, заусенцы и другие дефекты обработки, видимые невооруженным глазом, не допускаются.

4. Витки навивки петли керна должны плотно прилегать к керну. Замок петли должен обеспечивать надежное крепление струны. Трещины, узлы, вмятины, заусенцы, коррозионные пятна и другие дефекты обработки петли не допускаются.

5. Струны каждого вида музыкальных инструментов поставляются комплектами в соответствии с техническими описаниями.

По согласованию предприятия-изготовителя с предприятием-потребителем допускается поштучная (некомплектная) поставка струн.

Гладкие струны для пианино и роялей поставляются в виде проволоки в мотках, по весовой норме.

6. Готовая продукция должна быть принята техническим контролем предприятия-изготовителя. Изготовитель должен гарантировать соответствие всех выпускаемых струн требованиям настоящих технических условий.

Изготовитель обязан в течение 2 месяцев со дня отгрузки продукции потребителю безвозмездно заменить некачественные струны при условии надлежащего хранения, использования и соблюдения потребителем правил их монтажа в соответствии с инструкцией предприятия-изготовителя.

Методы испытания

1. Испытание партии готовых струн и определение соответствия их настоящим техническим условиям производится предприятием-изготовителем по следующим показателям: количеству струн по номерам, размерам, качеству обработки, прочности на расстояние петли керна обвитой или гладкой струны, жесткости.

2. Проверка струн по всем показателям производится выборочно в объеме 10% от партии. При наличии отклонений по какому-нибудь из показателей по этому показателю подлежит проверке вся партия струн.

3. Количество струн по номерам, диаметр и длина обвитой части струны должны соответствовать установленным по мензуре для данной модели музыкального инструмента. Диаметр струны измеряют при помощи микрометра с точностью до 0,01 мм. При определении диаметра обвитой струны замеры производят в трех точках по длине струны (в середине и по концам). В случае несовпадения результатов измерения с данными мензурой производят дополнительные измерения диаметра керна и диаметра наружной навивки, причем последний определяют при помощи измерительной лупы, исходя из количества витков на 1 пог. см. длины. Длину обвитой части струны измеряют при помощи метра с точностью до 0,5 мм.

4. Проверка качества обработки струн (внешний вид, ровность и целостность навивки) производится осмотром. Плотность навивки определяется опробованием.

5. Испытание петли керна обвитой или гладкой струны на прочность при растяжении производится на специальном приспособлении. При испытании один конец струны (петля) закрепляется на крючке, а другой зажимается в тиски. Испытание на прочность производится при нагрузке, равной 130% натяжения данной струны, указанного в мензуре. Испытание петель струн смычковых и щипковых музыкальных инструментов производится при нагрузке, равной 12% натяжения. Для примера в приложении 3 приведены данные мензур пиаино модели С-5.

6. Жесткость обвитой струны данного диаметра определяется при помощи специального прибора по методу прогиба. Для этого каретку прибора устанавливают на нуль по шкале, а участок навитой струны длиной 900 мм изгибают кольцом так, чтобы нижний край кольца касался площадки каретки, верхний — был на уровне губок тисков. Нажимая на педаль, открывают губки тисков и вкладывают туда концы струны так, чтобы они плотно соприкасались между собой (струну несколько раз оттягивают книзу и отпускают для выравнивания). Каретку отпускают нажимом на собачку фиксатора и отсчитывают показания по шкале (отсчет повторяют дважды).

Результаты измерений величины прогиба сверяют с таблицей или номограммой, являющимися приложениями к настоящим техническим условиям (таблица дана только для пианино модели С-5).

Испытание струн на жесткость в течение 2 лет со дня введения настоящих РТУ является факультативным; после этого срока оно обязательно.

Примечание. Струны для смычковых и щипковых музыкальных инструментов испытанию на жесткость не подвергаются.

7. Струны, не удовлетворяющие требованиям настоящих технических условий, приемке не подлежат.

8. Потребитель имеет право производить контрольную проверку соответствия струн требованиям настоящих технических условий.

9. При контрольной проверке отбираются образцы струн в объеме 5% от партии. Отбор образцов производится из разных мест каждого ящика (пакета). Отобранные образцы подвергаются испытанию в соответствии с разделом III п. 1 настоящих технических условий.

10. В случае несоответствия хотя бы одной струны требованиям настоящих технических условий производится повторная проверка двойного количества образцов. При неудовлетворительных результатах повторной проверки вся партия струн считается не принятой.

Упаковка, маркировка, транспортировка и хранение

1. Каждый комплект обвитых струн для пианино или рояля подбирается отдельно и укрепляется на специальном крючке (кольце). Пять комплектов струн связываются в пучок. Перевязка пучка производится навивочной проволокой в двух местах. На каждом пучке помещается товарный знак предприятия, утвержденный в установленном порядке.

Пучки струн в вытянутом положении упаковываются в деревянные ящики.

2. Струны для смычковых и щипковых музыкальных инструментов поставляются предприятиям-потребителям по номерам, завернутыми в бумагу пакетами, упакованными в ящики. На каждом пакете должно быть указано наименование предприятия-изготовителя, а также наименование, артикул и количество струн.

Для торгующих организаций струны комплектно должны быть вложены в конверты. Арфные струны вкладываются каждая в отдельный конверт. Конверты должны быть изготовлены из влагостойкой бумаги. На каждом конверте помещается товарный знак предприятия и печатное обозначение струн, а также указывается их количество и артикул. Конверты со струнами должны быть упакованы в ящики.

3. Ящики для упаковки струн должны быть прочными и обеспечивающими сохранность струн при транспортировке. Внутренние плоскости ящиков должны быть выложены водонепроницаемой бумагой. Вес ящика с грузом не должен превышать 50 кг.

На каждом ящике несмываемой краской должно быть указано наименование предприятия-изготовителя, наименование и количество струн.

Примечание. При завертывании пучков струн в водонепроницаемую бумагу внутренние плоскости ящика такой же бумагой не обкладываются.

4. В каждый ящик вкладывается упаковочный лист, который должен содержать: наименование предприятия-изготовителя, его подчиненность и адрес; наименование, артикул и количество струн; дату выпуска и упаковки; РТУ РСФСР.

Упаковочный лист должен быть подписан начальником склада (цеха) и ОТК, а также упаковщиком.

5. Транспортирование струн должно производиться в крытых вагонах или контейнерах. При погрузке, транспортировании и выгрузке струны должны быть предохранены от попадания влаги.

6. На складе предприятия-потребителя (базы, магазина) струны могут храниться в ящиках или в распакованном виде на стеллажах. В зимнее время ящики со струнами необходимо выдерживать в нераспакованном виде в течение не менее 24 часов в помещении с температурой от +10 до +25°С.

7. Помещение для хранения струн должно быть сухим и вентилируемым. Температура воздуха в помещении должна быть в пределах от +10 до +25°С при относительной влажности воздуха 50—60%. Хранение в этом помещении солей, кислот и щелочей не допускается.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА СТАЛЬНУЮ ПРОВОЛОКУ ДЛЯ СТРУН МУЗЫКАЛЬНЫХ ЩИПКОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Стальная проволока для струн музыкальных щипковых инструментов представляет собой высокоуглеродистую проволоку, отвечающую указанным ниже требованиям.

Материал проволоки

Для изготовления стальной проволоки для струн применяется сталь марки У-8 или У-9-А. Химический состав проволоки является факультативным (ГОСТ 1435—42).

Размеры и допуски

Стальная проволока для струн изготавливается следующих номинальных размеров в мм:

0,25	0,28	0,32	0,35	0,37	0,40	0,42
0,45	0,50	0,60	0,65	0,70	0,75	

Допускаются отклонения $\pm 0,005$.

Овальность проволоки не должна превышать половины допуска по диаметру.

Поверхность проволоки

Обработанная поверхность должна быть светлой, блестящей, фосфористо-цинковотянутой; оксидированной при 29°.

Поставляется проволока в соответствии с требованиями потребителя.

На поверхности проволоки не должны быть пороки, видимые невооруженным глазом. По чистоте обработки должна отвечать 9-му классу чистоты по ГОСТ 2739—51.

Механические свойства

Проволока должна обладать пределом прочности не менее 260 кг/мм².

Число скручиваний двух сложенных рядом проволок на длине, равной стократному диаметру одной проволоки, должно быть не менее 20.

Проволока должна накручиваться на собственный диаметр без всяких повреждений.

Состояние мотков

При размотке проволоки из бухты она не должна свертываться в кольца диаметром менее 300 мм для проволоки диаметром от 0,25 до 0,50 мм и менее 400 мм для проволоки диаметром выше 0,5 мм. В каждом мотке проволоки не должно быть более одного отрезка. Мотки должны быть свернуты правильно, без узлов, петель и других дефектов. При развертывании она должна свертываться в спираль.

Вес мотков должен быть для диаметров 0,25—0,28 мм — не менее 100 г, для 0,35—0,45 мм — не менее 150 г и для диаметров 0,50—0,75 мм — не менее 300 г.

Правила приемки

1. ОТК завода-поставщика принимает проволоку, исходя из ее механических свойств и внешнего вида и в соответствии с ТУ.
2. Для механических испытаний отбирается проба от каждого мотка, причем испытанию подвергаются оба конца мотка.
3. Наружному осмотру и обмеру подвергаются все мотки данной партии.

Упаковка и маркировка

1. Мотки проволоки перевязываются мягкой проволокой не менее чем в четырех местах, обертываются в водонепроницаемую бумагу и упаковываются в металлические банки.
2. К каждому мотку должен быть привязан металлический ярлык с четко выбитым на нем номером мотка и диаметром проволоки.
3. Каждая партия сопровождается сертификатом.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД ДЛЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

РСФСР Госплан	Республиканские технические условия	РТУ РСФСР 680—60
	Пиломатериалы хвойных пород для музыкальных инструментов	Группа К-21
Внесены Ленинградским совнархозом	Утверждены Госпланом РСФСР 6 июня 1960 г.	Срок введения 1 сентября 1960 г.

Настоящие технические условия распространяются на хвойные пиломатериалы, изготавливаемые из резонансовых бревен (ГОСТ 6721—53), для производства музыкальных инструментов.

Типы и размеры

1. Пиломатериалы разделяются:

- а) по породам — на еловые, пихтовые и кедровые;
- б) по способу распиловки — на пиломатериалы радиальной распиловки, у которых угол, образуемый касательной, проведенной посередине толщины и ширины доски к годовому слою и пласти доски, должен составлять не менее 60°; пиломатериалы тангентальной распиловки, у которых угол, образуемый касательной к крайнему годовому слою, проведенной посередине толщины доски, с внутренней пластью доски не должен превышать 45°; пиломатериалы, у которых пласти расположены без учета направления годовых слоев;
- в) по характеру обработки на:
 - обрезные, у которых все четыре стороны пропилены, а размеры обзолов на пластих и кромках не превышают допускаемых размеров по сортам пиломатериалов (ГОСТ 8486—57, п. 13, табл. 3);
 - необрезные, у которых пласти пропилены, а кромки не пропилены или пропилены частично, а величины обзолов на пластих и кромках превышают допускаемые размеры обзолов в обрезных пиломатериалах;
- г) по назначению на:
 - пиломатериалы резонансовые (радиальной распиловки) для изготовления дек музыкальных инструментов;
 - пиломатериалы клавиатурные (тангентальной распиловки) для изготовления клавиатуры пианино и роялей;
 - пиломатериалы поделочные для изготовления прочих деталей музыкальных инструментов.

Таблица 1

Номер группы	Наименование пиломатериалов	Размеры в мм		
		толщина	ширина	длина
1	Доски резонансовые:			
	для дек клавишных инструментов	16	80 и более	1500 и более
	для рипок клавишных инструментов	30	50 » »	1350 » »
	для дек щипковых инструментов	16	60 » »	1500 » »
	Для дек смычковых инструментов:			
	скрипок	22	120 » »	1800 » »
	альтов	25	155 » »	2000 » »
	виолончелей	37	120 » »	2000 » »
	контрабасов	53	120 » »	2500 » »
	Доски клавиатурные для изготовления клавиатурных вырезок	32	70 » »	1500 » »
Доски поделочные для прочих заготовок деталей музыкальных инструментов	16, 22 25, 32 40, 60 80	по ГОСТ 8486—57		

Примечание. Допускаются пиломатериалы шириной от 70 мм, но количество таких пиломатериалов не должно превышать 20% от партии.

Таблица 2

Наименование пиломатериалов	Назначение пиломатериалов	Сорт пиломатериалов			
		отборный	1-й	2-й	3-й
Резонансовые	Для дек клавишных музыкальных инструментов	Из доски должны получиться чистые вырезки длиной (в м) не менее: 1,4 1,1 — —			
	Для рипок клавишных музыкальных инструментов	Из одной доски должно получиться чистых вырезок (в шт.) длиной 0,8 м и выше не менее: 2 1 — —			
	Для дек щипковых музыкальных инструментов	Из одной доски должно получиться чистых вырезок длиной (в м) не менее: 1,0 0,48 0,48 0,48 Из одной доски длиной до 4 м должно получиться вырезок (в шт.) не менее: 1 2 1 — Из одной доски длиной свыше 4 м должно получиться вырезок (в шт.) не менее: 2 3 2 1			
	Для дек смычковых музыкальных инструментов	Из одной доски длиной до 5 м должно получиться вырезок (в шт.) длиной 0,8 м и выше не менее: 2 1 — — Из одной доски длиной до 5 м должно получиться вырезок (в шт.) не менее: 3 2 — —			
Клавиатурные	Для клавиатуры клавишных музыкальных инструментов	Из одной доски длиной 3 м должно получиться чистых вырезок (в шт.) длиной 0,48 м не менее: 4 3 1 — Из одной доски длиной до 4 м должно получиться чистых вырезок (в шт.) не менее: 6 4 2 — Из одной доски длиной свыше 4 м должно получиться вырезок (в шт.) не менее: 7 5 3 —			

2. Размеры пиломатериалов устанавливаются согласно табл. 1.
3. Ширина необрезных пиломатериалов определяется согласно ГОСТ 8486—57, п. 5.
4. Размеры пиломатериалов по толщине и ширине установлены для древесины влажностью 15% абс.
- При большей влажности древесины пиломатериалы должны иметь припуск на усушку по ГОСТ 6782—58.
5. Отклонения от установленных размеров пиломатериалов допускаются в соответствии с ГОСТ 8486—57.

Технические требования

1. Пиломатериалы изготавливаются из древесины ели, пихты и кедра сибирского.
2. Пиломатериалы резонансовые и клавиатурные делятся по сортам в зависимости от количества чистых вырезок, получаемых из одной доски. Деление по сортам приведено в табл. 2.
- Вырезки должны соответствовать по размерам и качеству древесины требованиям, предъявляемым к резонансовым заготовкам по ГОСТ 6900—54 и клавиатурные — по техническим условиям на заготовки для музыкальных инструментов, утвержденным в установленном порядке, с дополнениями, изложенными в табл. 3.

Таблица 3

Наименование пороков древесины	Пиломатериалы для изготовления заготовок резонансовых		Пиломатериалы для изготовления заготовок клавиатуры
	для клавишных и щипковых инструментов	для смычковых инструментов	
Косослой природный на кромке для необрезных пиломатериалов	Допускается при условии, что отклонение волокон от прямого направления не превышает: 8%	6%	для досок шириной 20 см — 8% свыше 20 см — 108%
» обрезных	7%	5%	7%
Синева	Допускается только поверхностная, глубиной не более 1,0 мм, площадью не более 10% площади пиломатериалов. Сплавная желтизна допускается.		
Сердцевинная трубка	Центральные доски не должны содержать в себе сердцевинную трубку		

Пиломатериалы поделочные делятся по сортам на отборный, 1-й, 2-й и 3-й в соответствии с ГОСТ 8486—57 и дополнениями, изложенными в табл. 4.

3. Влажность пиломатериалов отборных 1, 2, 3-го сортов должны быть в период с 1 мая по 1 октября не более 25% абс.

4. Пиломатериалы по назначению, сортам и размерам поставляются партиями в рассортированном виде.

5. В отношении чистоты обработки и взаиморасположения пластей, кромок и торцов пиломатериалы должны соответствовать требованиям, изложенным в табл. 5.

Таблица 4

Наименование пороков древесины	Пиломатериалы поделочные для изготовления заготовок деталей музыкальных инструментов			
	сорт			
	0	1-й	2-й	3-й
Крень	Допускается в общей сумме не более 1/4 ширины пиломатериала	Допускается в общей сумме не более 1/3 ширины пиломатериала	Допускается	
Кривизна	В необрезных пиломатериалах допускается по 1,5%			

Таблица 5

Наименование отклонений	Нормы допускаемых отклонений
Непараллельность пластей и кромок и опилка торцов	Отклонения от взаимной параллельности пластей и кромок в обрезной доске, а также пластей в необрезной допускаются в пределах норм отклонений по толщине и ширине (ГОСТ 8486—57, п. 7). В части опилки торцов — ГОСТ 8486—57, п. 6, табл. 3.
Чистота пропила	Чистота поверхности пиломатериалов должна быть не ниже 2-го класса ГОСТ 7016—54

6. Доски не должны иметь механических повреждений (зарубок, вмятин).

7. Поставка пиломатериалов в количественных соотношениях по размерам толщины и ширины, породам, сортам и характеру обработки должна производиться по спецификациям потребителей, обоснованными техническими условиями и чертежами на готовые изделия.

Маркировка, приемка, хранение, упаковка и транспортировка

1. Приемка, маркировка и транспортировка пиломатериалов производится по ГОСТ 6564—53 со следующими дополнениями:

- пиломатериалы маркируются путем нанесения условных знаков, указывающих сорт и назначение;
- условные знаки сортов назначения наносятся стойкими против стирания мелками на одной из пластей пиломатериалов;
- для указания назначения пиломатериалов устанавливаются знаки (табл. 6).

Таблица 6

Наименование пиломатериалов	Условные знаки
Доски резонансовые для дек клавишных инструментов	К
» » » рипок щипковых инструментов	Р
» » » дек щипковых инструментов	Щ
» » » » смычковых »	С
» тангентальной распиловки для изготовления клавиатуры для клавишных инструментов	Т

Пример маркировки резонансовых досок 1-го сорта для дек смычковых инструментов — С1.

Пример маркировки досок тангентальной распиловки 2-го сорта для клавиатуры — ТП.

2. Укладка и хранение пиломатериалов на складах производится по ГОСТ 3808—47.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ТАРУ ИЗ ДОСОК ДЛЯ ЩИПКОВЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Настоящие технические условия распространяются на деревянные ящики, служащие для упаковки щипковых инструментов, отправляемых на внутренний рынок.

Классификация

- Упаковочные ящики делятся по назначению:
- для массовых щипковых инструментов,
 - для оркестровых трехструнных инструментов.

Основное сырье и материалы

- Основными видами сырья и материалов являются:
- доски тарные, толщиной 16—19 мм (ГОСТ 8486—57);
 - гвозди 2,5×50 и 2,5×60 (ГОСТ 4034—48);
 - лента стальная (ГОСТ 3560—47).

Технические и качественные требования

- Технические и качественные требования на ящики:
- размеры ящиков

Назначение	Количество изделий в ящике	Габаритные размеры в мм			Допуск
		длина	ширина	высота	
Упаковочные ящики для гитар	14	1118	834	502	±10
	18				
	22				
	30				
Упаковочные ящики для оркестровых инструментов	20	1968	1484	564	±10

- б) упаковочные ящики изготавливаются из нестроганных обрезных досок низших сортов хвойных или лиственных пород древесины;
- в) доски не должны иметь сквозных трещин, выпадающих сучков и других пороков древесины, нарушающих прочность материала;
- г) размеры досок для упаковочных ящиков должны быть шириной 40 мм и более и толщиной 16—19 мм;
- д) допускается влажность досок не более 15—18%;
- е) одна кромка и торцы должны быть опилены под прямым углом, вторая кромка может быть опилена под углом;
- ж) соединения досок в щитах и щитов между собой должны быть плотными, зазоры допускаются не более 3 мм;
- з) соединение досок с рамками и поясами должно производиться гвоздями 2,5×50 мм;
- и) щиты между собой должны быть соединены гвоздями размером 2,5×60 мм;
- к) при кантовке готовых ящиков не должно быть перекосов и других изменений их формы;
- л) после упаковки изделий крайние пояса ящиков соединяются металлическими уголками;
- м) чертеж № Р-14;
- н) прошедшие через доски концы гвоздей должны быть загнуты и утоплены в пласти досок;
- о) ящики должны быть обиты с внутренней стороны водонепроницаемой битумированной бумагой.

Сортность

Согласно РТУ РСФСР 288—57

Правила приемки

Согласно РТУ РСФСР 288—57

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ДЕТАЛИ ЩИПКОВЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Классификация деталей

- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| 1. Головки | 11. Бортики |
| 2. Ручки | 12. Щитки |
| 3. Наклейки | 13. Стрелки |
| 4. Пятки гитарные | 14. Клецы |
| 5. Нарращения | 15. Контробечайки |
| 6. Пятки балалаечные | 16. Пружинки |
| 7. Порожки | 17. Задинки |
| 8. Клепки мандолинные | 18. Обечайки полуовальные |
| 9. Клепки балалаечные и домровые | 19. Обкладки |
| 10. Бочки для овальных мандолин | 20. Подставки |
| | 21. Заготовки деталей арф |

Качество древесины

1. Детали лиственных пород для щипковых инструментов изготавливаются из древесины 1—2-го сортов. Детали из хвойных пород — из древесины 2-го сорта.
2. Качество заготовок должно соответствовать РТУ РСФСР 679—60.
3. Влажность древесины в деталях не должна превышать 10%.

4. Допускаемые породы древесины на детали:

Наименование головок	Породы лесоматериалов	сучки	трещины	Допускаемые породы древесины		заболонные, грибные окраски, задыхание
				косослой	свилеватость, завитки	
Головки	Береза, бук, клен	Не допускаются	Торцовые, глубиной не более 10 мм на нижнем торце у некоторых и 5 мм у остальных	Допускается при отклонении волокон от прямого направления не более 5%	Допускается	Допускаются слабо выраженные
Ручки	То же	То же	Торцовые, общей длиной на обоих торцах не более 10 мм	То же	То же	То же
Наклейки	» »	» »	То же	» »	» »	» »
Пятки гитарные	Бук, береза	» »	Торцовые, глубиной не более 5 мм	» »	» »	» »
Нарращения	То же	» »	То же	» »	» »	» »
Пятки балалаечные	» »	» »	» »	» »	» »	» »
Порожки	Граб	» »	Не допускаются	» »	Не допускаются	» »
Клепки мандолинные	Клен, бук, береза	» »	Торцовые глубиной не более 5 мм	Не допускаются	То же	Не допускаются
Клепки балалаечные	То же	» »	Торцовые общей длиной на обоих торцах не свыше 10 мм	Допускаются с общим отклонением волокон от прямого направления не более 5%	Допускается	Допускаются слабо выраженные
Бочки, бортики и щитки мандолинные	» »	» »	Не допускаются	Не допускаются	Не допускаются	Не допускаются

Допускаемые породы древесины						
Наименование головок	Породы лесоматериалов	сучки	трещины	косослой	свляемость, завитки	заболонные, гризные окраски, задыхание
Стрелки гитарные и мандолинные	Клен, бук, береза	Не допускаются	Не допускаются	Допускаются с отклонением волокон от прямого направления не более 5%	Допускаются	Допускаются
Клецы	Ель поделочная	Сросшиеся твердые, диаметром до 10 мм не ближе 10 мм от кромки	То же	Допускаются с отклонением волокон от прямого направления не более 7%	То же	То же
Контрбечайки	То же	Не допускаются	» »	То же	» »	» »
Пружины	То же	То же	» »	Не допускаются	Не допускаются	» »
Задники	Ель резонансовая	Сросшиеся твердые, диаметром не выше 10 мм	Допускаются на внутренней части глубиной не более 2 мм	Допускаются с отклонением волокон от прямого направления не более 7%	Допускаются	Допускаются
Обечайки мандолины	Ель поделочная	Не допускаются	Торцовые, обшей длиной на обоих торцах не более 10 мм	Не допускаются	Допускаются	Допускаются, слабо выраженные
Полуовальные	Бук, клен, береза	Не допускаются	То же	Допускаются с отклонением волокон от прямого направления не более 5%	То же	Не допускаются
Обкладки	То же	То же	Не допускаются	То же	Не допускаются	Допускаются
Подставки	Бук, клен	» »	» »	То же	Допускаются	Допускаются, слабо выраженные

Качество обработки

1. Все детали должны быть изготовлены по чертежам с соблюдением допусков и припусков на обработку.
2. Обработанные строганные поверхности не должны иметь вмятин, сколов или «выхватов», не уничтожаемых последующей обработкой.
3. Концы деталей должны быть чисто, без заусенцев и сколов оторцованы под требуемым углом.
4. Детали, имеющие ось симметрии, должны быть симметрично обработаны.
5. Детали фугованные в «угол» должны быть выстроганы под углом 90°.
6. В головках допускаются сколы на краях отверстий, закрываемые планкой механики.
7. На внутренней стороне планки допускается недостройка, не входящая на кромки.
8. Подставки должны быть чисто обработаны, отшлифованы.
9. Пружины не должны иметь следов от зубьев пил.

Правила приемки

1. Во время приемки контролером ОТК предъявляются детали суточной выработки.
2. При приемке деталей производится:
 - а) наружный осмотр — устанавливается соответствие деталей настоящим техническим условиям;
 - б) проверка размеров производится шаблонами, штангенциркулем, линейкой.
3. Наружному осмотру подвергаются все детали; проверка размеров производится выборочно.
4. Детали бракуются при наличии хотя бы одного отклонения от технических условий.
5. Принятые ОТК детали помечаются на пласти штампом, присвоенным контролеру, принявшему детали.

Правила хранения

1. При хранении детали должны быть уложены пачками в стеллажах или на подставках в стопы высотой до 1,5 м в помещении с температурой воздуха 15—20°С и влажностью его 50—65%.
2. Хранение деталей в сырых помещениях и возле нагревательных приборов не допускается.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ГРИФ ЩИПКОВЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Гриф гитары представляет собой узел, состоящий из деталей: головки, ручки, наклейки, пятки, порожка, точек и ладовых пластин и подготовленный к сдаче в отделочный цех для лакировки, оборудования механикой и соединения с корпусом гитары.

Классификация, размеры

Гриффы для гитар выпускаются с длиной мензуры: 610 мм, 650 мм, 585 мм, 540 мм.

Размеры грифов, их конфигурация должны соответствовать чертежам.

Качество древесины

1. Качество древесины должно соответствовать РТУ РСФСР 679—60.
2. Влажность древесины в деталях не должна превышать 10%.
3. Допускаемые пороки древесины на детали:

Наименование деталей	Порода лесоматериалов	Допускаемые пороки древесины				
		сучки	трещины	косослой	свилеватость, завитки	заболонные грибные окраски, задыхание
Головки	Береза, бук, клен	Не допускаются	Торцовые глубиной не более 10 мм на нижнем торце	Допускается с отклонением волокон от прямого направления не более 5%	Допускается	Допускаются поверхностные, слабо выраженные
Ручки	То же	То же	Торцовые, общей длиной на обоих торцах не более 10 мм То же	То же	То же	То же
Наклейки	> >	> >	> >	> >	> >	> >
Пятки, наращивания	> >	> >	> >	> >	> >	> >
Порожек	Граб	> >	Не допускаются	> >	Не допускаются	> >

Качество обработки

- Гриф должен быть изготовлен с обязательным соблюдением режимов, предусмотренных технологическим процессом, а качество обработки должно отвечать требованиям РТУ РСФСР 672—60.
- Детали грифа в местах соединений должны быть тщательно подогнаны друг к другу и плотно склеены без резко выраженных фуг.
- Торцы головки, порожек и хвостика должны быть тщательно зачищены: овалы ручки, пятки и шейки должны быть симметричны.
- Ладовые пластины должны быть запрессованы плотно, ровно и под линейку с 1-го по 8-й и с 8-го по 18—19-е лады и зачищены по кромкам.
- Точки должны быть расположены по оси симметрии наклейки грифа на 5, 7, 10 и 12-м ладах на равных расстояниях от ладовых пластин и запрессованы «заподлицо» с наклейкой.
- Гриф должен быть равно окрашен, а наклейка не должна окрашивать пальцы при игре на инструменте.
- В грифе не допускаются:
 - защепы, вырезы, сколы, трещины и заусенцы;
 - следы строжки и распиловки;
 - смещение точек от оси симметрии грифа не более 1 мм;
 - коробление грифа более 0,1 мм;
 - отклонение вершин головок ладовых пластин от прямой более 0,1 мм;
 - смещение центра гнезда для винта от оси грифа более чем на 1 мм;
 - расклейка.

Правила приемки

- К приемщикам-контролерам ОТК предъявляются грифы суточной выработки.
- При приемке производится:
 - наружный осмотр — устанавливается соответствие грифа настоящим техническим условиям;

- проверка размеров производится шаблонами, штангенциркулем, мерной линейкой.
- Наружному осмотру и проверке размеров подвергаются все без исключения грифы.
 - Гриф бракуется при наличии хотя бы одного отклонения от технических условий.
 - Принятый ОТК помечается на нижней стороне головки штампом, присвоенным контролеру, принявшему гриф.

Правила хранения

- При хранении грифы должны быть уложены в штабеля в стеллажах или на специальных подставках по 250 шт. в помещении с температурой воздуха 15—20° С и с влажностью 50—60%.
- Хранение грифов в сырых помещениях и возле нагревательных приборов не допускается.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА КОРПУС ЩИПКОВЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Корпус гитары представляет собой узел, состоящий из рамки, деки и дна с пружинами, стрелки и обкладки. Рамка корпуса состоит из обечаек, контробечаек (поперечных и продольных), верхнего и нижнего клецов и прокладок под клец.

Корпус гитары должен иметь законченную столярную отделку и должен быть окрашен и подготовлен для лакировки и сборки с грифом в отделочном цехе.

Классификация, внешний вид и размеры

Дека и дно окантованы по контуру жилками из мореной или натурального цвета древесины.

В нижней части корпуса, в месте стыка обечаек вклеена стрелка; в верхней части выбрано гнездо трапециевидной формы для пятки грифа.

Размеры корпусов гитар должны соответствовать чертежам и техническим описаниям РТУ РСФСР 672—60.

Качество древесины

- Качество древесины должно отвечать требованиям РТУ РСФСР 679—60.
- Влажность древесины корпуса не должна превышать 10%.
- В корпусах допускаются следующие пороки:
 - сучки сросшиеся, твердые — диаметром не более 3 мм в обечайках, во внутренней поверхности дна, клецах и прокладках под клец;
 - косослой с отклонением волокон от прямого направления не более 7% — в клецах, прокладках под клец, обечайках, дне, контробечайках и стрелках;
 - свилеватость и завитки — допускаются на всех деталях, кроме пружин и жилок;
 - заболонные грибные окраски и задыхания — допускаются поверхностные и слабо выраженные на всех деталях.

Качество обработки

- Корпус должен быть изготовлен с обязательным соблюдением режимов, предусмотренных технологическим процессом, а качество обработки должно отвечать требованиям РТУ РСФСР 672—60.
- Обечайки и дно должны быть подобраны по породе, текстуре и цвету.

3. Все клеевые соединения деталей должны быть плотными, без щелей и без потеков клея. Концы пружин должны быть плотно вклеены в гнезда контрбечаек.

4. Фалец под окантовку должен быть ровным, без зазоров, заусенцев и отщепов.

5. Стык жилок в нижней части корпуса должен быть расположен на оси симметрии корпуса.

Стык жилок в верхней части корпуса должен находиться в пределах ширины пятки грифа.

6. Поверхность корпуса должна быть тщательно отшлифована, кромки заовалены (смягчены).

7. Внутри корпуса, против резонаторного отверстия, ко дну должна быть приклеена фабричная марка и артикул.

8. Центр резонаторного отверстия, ось гнезда под пятку грифа и стрелки должны находиться на одной прямой, совпадающей с осью корпуса.

9. В корпусах допускаются:

а) несимметричность корпуса по контуру не более 5 мм;

б) отклонение центра резонаторного отверстия от оси симметрии корпуса до 22 мм;

в) смещение стыка жилок в нижней части корпуса от оси симметрии корпуса не более 2 мм;

г) выход клея на внутренней стороне корпуса;

д) на лицевой поверхности корпуса одна вставка (заделка) площадью не более 8 м², изготовленная из древесины той же породы, что и корпус, и с тем же направлением волокон, подобранная по текстуре и цвету, плотно пригнанная, поставленная на клею и полностью маскирующая дефекты обработки;

е) шпатлевка на клею, подобранная по цвету и древесине.

10. В деталях корпусов не допускаются:

вырывы, отколы, задиры, заусенцы, вмятины, прощуровка обечаек и дна, срывы жилок окантовки и розетки, провесы и потеки клея внутри корпуса, неприклеенные места, темные фуги в местах соединения, пятна от клея на лицевой стороне обечаек и дна.

11. В деке допускается одна вставка шириной не менее 5 мм, подобранная по слою и цвету.

Правила приемки

1. К приемщикам-контролерам ОТК предъявляются корпуса суточной выдержки.

2. При приемке производится:

а) наружный осмотр — устанавливается соответствие корпуса настоящим техническим условиям;

б) проверка размеров производится шаблонами, штангенциркулем и мерительной линейкой.

3. Наружному осмотру подвергаются все без исключения корпуса, проверка размеров выборочно.

4. Корпус бракуется при наличии хотя бы одного отклонения от технических условий.

5. Принятый ОТК корпус помечается в гнезде для пятки грифа штампом, присвоенным контролеру, принявшему корпус.

Правила хранения

1. При хранении корпуса должны быть установлены на обечайках рядами, высотой до 1,5 м в помещении с температурой 15—20° С, и влажностью 50—65%.

2. Хранение корпусов в сырых помещениях и возле нагревательных приборов не допускается.

ЛИТЕРАТУРА

Андреев Н. Н., О дереве для музыкальных инструментов, Труды НИИМП, вып. 1, 1937.

Буглай Б. М., Материаловедение деревообрабатывающих производств, М., Гослесбумиздат, 1949.

Власов Г. Д., Куликов В. А., Родионов С. В. Технология деревообрабатывающих производств, М., Гослесбумиздат, 1960.

Дьяконов Н. А., Производство роялей и пианино, Л., Госгизместпром, 1955.

Забродкин А. Г., Карбамидные смолы и их применение в деревообрабатывающей промышленности, М., ЦБИ, Министерство бумажной и деревообрабатывающей промышленности, 1957.

Куликов Н. П., Влияние косослоя на качество дечной древесины ели, Л., Труды НИИ музыкальной промышленности.

Коваленко Т. С., Обследование арфных струн и установление их параметров, М., Отчет экспериментальной ф-ки музыкальных инструментов, 1955.

Куликов Н. П., Исследование факторов, вызывающих коробление гитарных грифов, и меры предохранения, Л., Труды НИИИП, вып. II, 1939.

Миронов Н. И. и Куликов Н. П., Исследование влияния камерной сушки на качество дечной древесины, Л., Труды Научно-исследовательского ин-та музыкальной промышленности, вып. II, 1939.

Мясников Н. И., Белов С. И., Марков Е. К., Производство щипковых музыкальных инструментов, Л., Музместпром, 1938.

Михайлов В. Н., Технология деревообрабатывающих производств, М., Гослесбумиздат, 1957.

Родионов С. В., Бандас Л. Л., Белов С. И. Исследования влияния различных факторов на звуковые и игровые данные струн и установление оптимальных параметров для струн щипковых музыкальных инструментов. Отчет по научно-исследовательской работе НИС ЛТА, 1951.

Римский-Корсаков А. В., Дьяконов Н. А., Музыкальные инструменты, М., Росгизместпром, 1952.

Пономаренко И. А., Арфа в прошлом и настоящем, Госмузиздат, М.—Л., 1939.

Русаков В. А., Гитара и гитаристы, М., вып. 2, 1901.

Темкина Р. З., Плотникова Г. П., Миркович Р. А., Клеящие карбамидные смолы для мебельной промышленности, М., ЦБТИ Главстандартодома, 1959.

Хрулев В. М. и др., Склейвание древесины за рубежом, М., Гослесбумиздат, 1961.

Шапиро А. Е. Нитроцеллюлозные и водные краски, М., Издательство легкой и полиграфической промышленности, 1948.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Глава I. Введение	3
Краткая история развития щипковых музыкальных инструментов	3
Состояние производства щипковых музыкальных инструментов и дальнейшее их развитие	7
Глава II. Краткие сведения по акустике и музыкальной грамоте	9
Глава III. Конструкции щипковых музыкальных инструментов	16
Классификация	16
Описание конструкций	17
Гитара	17
Балалайка	35
Мандолина	39
Домра	43
Гусли звончатые	49
Арфа	51
Струны	66
Глава IV. Основы конструирования щипковых музыкальных инструментов	74
Мензура, ее выбор и расчет	74
Разбивка ладов	84
Примерные расчеты отдельных деталей щипковых инструментов	88
Расчет грифа овальной мандолины	88
Расчет деки овальной мандолины	91
Расчет пружин	92
Глава V. Материалы, применяемые в производстве щипковых музыкальных инструментов	95
Лесоматериалы	95
Требования к лесоматериалам	96
Содержание поздней зоны в годичном слое	98
Отбор сырья для распиловки на дощечки резонансовых дек	101
Сушка лесоматериалов	101
Расчет потребностей в лесоматериале	102
Выход заготовок при раскрое	103
Хранение лесоматериалов	105
Клеи	106
Коллагеновые (столярные) клеи	106
Казеиновый клей	109
Клеи на основе синтетических смол	111
Отделочные материалы	114
Красящие вещества	115
Смолы	116
Эфиры целлюлозы	118
Растворители и разбавители	119
Пластификаторы	119
Лаки и политуры	119
Прочие основные материалы	121
Вспомогательные материалы	123
Ладовая проволока	124
Струнная проволока	124
Глава VI. Технологический процесс изготовления щипковых музыкальных инструментов	126
Раскрой древесных материалов на заготовки	126

Раскрой пиломатериалов	126
Раскрой клееной фанеры, строганой фанеры и шпона	128
Точность раскроя	130
Механическая обработка черновых заготовок	130
Изготовление фанерованных деталей	137
Изготовление дек	141
Сборка и обработка изделий	148
Сборка корпуса гитары	149
Сборка и обработка грифа гитар	160
Сборка балалаек	166
Сборка мандолин	172
Изготовление колковой механики и струн	175
Изготовление музыкальных инструментов из древесно-волоконистой массы	179
Отделка	180
Столярная подготовка	180
Крашение	183
Способы нанесения отделочных материалов	185
Прозрачная отделка	187
Отделка спиртовыми лаками	188
Непрозрачная отделка	188
Полирование	188
Оборудование инструментов	189
Контроль качества щипковых музыкальных инструментов	191
Настройка инструмента и проверка правильности разбивки ладов	194
Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение	198
Ремонт	200
Исправление внешней отделки	201
Приложение 1	203
Производственные нормативы	203
Длительность производственного цикла	203
Нормативы незавершенного производства	204
Нормы производственной площади	204
Нормы расхода важнейших материалов	204
Вес щипковых музыкальных инструментов	207
Приложение 2	207
Технические условия на балалайки, гитары, мандолины и домры	207
Типы	207
Технические требования	210
Правила приемки и методы испытания	211
Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение	211
Гарантии	212
Технические условия на арфы	212
Типы, техническая характеристика и основные размеры	213
Технические требования	213
Правила приемки и методы испытания	215
Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение	215
Гарантии	216
Технические условия на механику (колковую) щипковых и смычковых музыкальных инструментов	217
Типы	217
Технические требования	217
Методы испытания	218
Упаковка, маркировка, транспортировка и хранение	219
Технические условия на струны для музыкальных инструментов	220
Типы	220
Технические требования	220
Методы испытания	221
Упаковка, маркировка, транспортировка и хранение	222
Технические условия на стальную проволоку для струн музыкаль-	239

ных щипковых инструментов	223
Материал проволоки	223
Размеры и допуски	223
Поверхность проволоки	224
Механические свойства	224
Состояние мотков	224
Правила приемки	224
Упаковка и маркировка	224
Технические условия на пиломатериалы хвойных пород для музыкальных инструментов	224
Типы и размеры	225
Технические требования	227
Маркировка, приемка, хранение, упаковка и транспортировка	228
Технические условия на тару из досок для щипковых музыкальных инструментов	229
Классификация	229
Основное сырье и материалы	229
Технические и качественные требования	229
Сортность	230
Правила приемки	230
Технические условия на детали щипковых музыкальных инструментов	230
Классификация деталей	230
Качество древесины	230
Качество обработки	233
Правила приемки	233
Правила хранения	233
Технические условия на гриф щипковых музыкальных инструментов	233
Классификация, размеры	233
Качество древесины	233
Качество обработки	234
Правила приемки	234
Правила хранения	235
Технические условия на корпус щипковых музыкальных инструментов	235
Классификация, внешний вид и размеры	235
Качество древесины	235
Качество обработки	235
Правила приемки	236
Правила хранения	236
Литература	237

Авторы: *Серафим Иванович Белов, Лев Липович Бандас,
Андрей Ефимович Минин*

Редактор *Родионов С. В.*

Редактор издательства *Р. Н. Гуцина*

Технический редактор *В. М. Вдовина*

Корректор *Е. Н. Соколова*

Переплет художника *Б. К. Шаповалова*

Т-00043. Сдано в производство 10/X 1962 г. Подписано к печати 31/I 1963 г.
Бумага 60×90¹/₁₆. Печ. л. 15,0. Уч.-изд. л. 15,59. Тираж 3000.
Издат. № 53/62. Цена 78 к., переплет 10 к. Заказ 1541.

Москва, Гослесбуиздат

Типография № 4, Ленсовнархоза, Ленинград, Социалистическая, 14.

Цена 88 коп.