

*«Используя существующее знание о структуре дерева, химии дерева, натуральных химических веществах, мы должны модифицировать натуральное дерево и смоделировать покрытия, чтобы добиться цели – скрипок с тональными характеристиками старых итальянских скрипок».*

*Джозеф Недживари*

### **О некоторых вопросах модификации древесины для лютерии**

Модификация предусматривает воздействие на основные составляющие древесины в целях удаления из материала лишних веществ, демпфирующих звуковые волны. Основными видами пород древесины, используемой в лютерии, являются клен белый (явор) – *Acer pseudoplatanus*, ель европейская (обыкновенная) – *Picea abies*, ель Энгельмана – *Picea engelmannii*, ива черная – *Salix nigra*, черное эбеновое дерево (Цейлонское эбеновое дерево, Хурма эбеновая) – *Diospyros ebenum*.

Проведенные научные исследования образцов древесины кремонских смычковых инструментов периода золотого века лютерии объективно отражают ее характерные отличия от натуральной древесины, не подвергавшейся процессу модификации. В частности, обнаружены минеральные отложения, изменение микроструктуры древесных клеток.

Важно отметить, что процесс модификации древесины, использованной в лютерии в XVII – XVIII вв., протекал естественным образом – посредством длительного (многолетнего) выдерживания бревен альпийской ели и балканского клёна в водоемах (в частности, в Венецианской лагуне). Растворенными в морской воде неорганическими соединениями производилась минерализация древесины. Важными стадиями модификации древесины классическим способом выступали последующая за водным выдерживанием древесины пропитка в целях санитарной обработки (при этом использованные вещества сохранялись в составе материала и оказывали воздействие на его акустические свойства) и закалка (термическая обработка древесины в целях высушивания и повышения твердости).

В своей книге «Секреты» Страдивари С.Саккони пишет о том, что, оценивая отношения различных частей корпуса, А.Страдивари «исходил для своих расчетов из особого свойства дерева». «При тех же толщинах,

которые Страдивари придавал декам и обечайкам, если бы это дерево не подвергалось обработке, направленной на его отвердевание, его инструменты даже при самой скрупулезной заботе об их сохранности уже давно бы кончили естественной смертью». В результате специальной обработки «дерево приобретало некоторые свойства, которые Страдивари великолепно умел учитывать для установления равновесия корпуса в своих музыкальных инструментах».

Модификация древесины основана на главной идее о том, что химическая структура древесины влияет на скорость распространения в ней звуковых волн (связь химического состава и звукопроводности материала). Цель модификации – установление равномерности плотности и жёсткости дерева, сокращение разрыва между зимними и летними слоями в сторону придания большей жесткости светлым участкам, снижение плотности материала без существенного снижения жесткости при повышении акустической константы. Древесина Страдивари средняя по плотности, есть определенное соотношение плотностей ели и клена. Поверхностный слой более жёсткий за счет грунта. Внутри дерево мягче, чем на поверхности, грунт делает древесину окостеневшей.

Теперь рассмотрим исторический аспект вопроса – обстановку вокруг города Кремона (на ломбардском диалекте – Кремуна). Этот древний город относился к Миланскому герцогству, которое с середины XVI в. являлось испанской провинцией. Первая половина жизни А.Страдивари пришлась на времена правления тяжело больного короля Испании Карлоса II, в его времена происходила деградация Испании как бывшей колониальной империи, и северо-итальянские земли были далекой окраиной. Вместе с тем на востоке, почти в непосредственной близости от Кремоны располагалась экономически развитая Венецианская республика.

Карта Венецианской республики, составленная в Париже в 1719 г.



В состав Венецианской республики входили Иллирийские территории – Истрия и Далмация (современная территория Республики

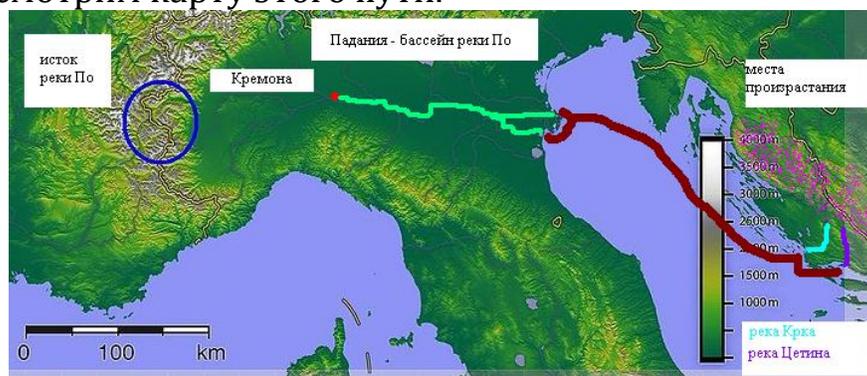
Хорватия). Далмация – высокогорная территория, наиболее известными ее лесными массивами являются Иллирийские широколиственные леса и Динарское нагорье (современная Босния). Гора Динара имеет высоту 1831 м над уровнем моря (к слову, вся хорватская территория расположена на уровне выше 500 м). Наиболее распространенными породами являются сосна, дуб, вяз, однако произрастают там интересующие нас резонансная ель и волнистый явор. Политическое положение Кремоны обусловило ее сильные экономические связи с Венецией, откуда поставлялась древесина для кремонской лютерии.

Мало изменилась ситуация и после смены испанского владычества австрийским. В результате Войны за испанское наследство (1701 – 1714), которая пришлась как раз на самый пик золотого периода творчества А.Страдивари, по условиям Раштаттского мира 1714 г. Испания утрачивала права на итальянские территории, которые переходили под власть Австрии. Карта обрела новые границы.



Экономические связи с Венецианской республикой по-прежнему имели существенное значение для развития Кремоны.

Как осуществлялась поставка древесины для лютерии, заготовленной в горных лесах венецианской провинции Далмации до Кремоны? Рассмотрим карту этого пути.



На рисунке мы видим исток реки По (Котские Альпы). До Кремоны река По проходит почти половину всей своей длины, имеет характеристики равнинной реки, состав воды – пресный. Бассейн реки По

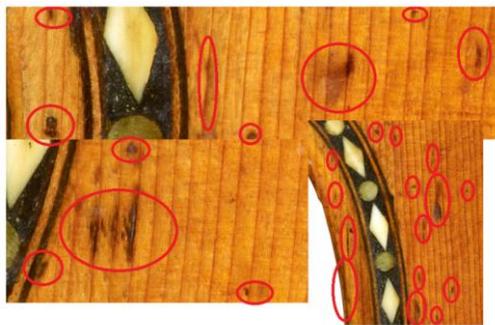
имеет историческое название Падания. Кремона – город, расположенный на левом берегу реки По, текущей с запада на восток.

Теперь обратим внимание на восточную часть карты, где находятся места произрастания высококачественных балканских ели и клёна. Транспортировка больших бревён с горной территории в отсутствие авиации можно легко производить только сплавом по горным рекам. Какие горные реки протекают в той местности? Основные – реки Крка и Цетина, берущие начало в горах и впадающие в Адриатическое море. Эти реки в верхнем течении несут чистую холодную воду. Однако потом им приходится течь по карстовым каньонам, реки имеют в среднем течении бурное движение вод, обилие водопадов. Карстовые породы содержат гипс ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), известняк ( $\text{CaCO}_3$ ), доломит ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), каменную соль ( $\text{NaCl}$ ). Будучи растворёнными в воде, эти породы дают ионы кальция, магния, сульфатов, хлоридов и карбонатов. В нижнем течении реки Крка и Цетина успокаиваются, становятся менее бурными. После впадения рек в Адриатику начинается транспортировка брёвен морским путем.

Брёвна, связанные брикетами в приморских городах Далмации, начинают перевозиться морем в сопровождении венецианского торгового флота. В ходе путешествия по теплому Адриатическому морю древесина начинает минерализоваться в насыщенном соляном растворе. После прибытия брикетов в устье реки По начиналась транспортировка древесины к кремонским заказчикам.

На пути в Кремону брикеты, развернутые комлевыми частями навстречу течению, активно промывались пресной водой с удалением избытка солей, растворимых продуктов минерализации. Для очистки древесины лучшими средствами оказывались бура и окуривание различными составами (в том числе диоксидом серы), варка в зольном растворе (римская варка). После сушки обработанная древесина, обретшая товарный вид, искала в городе скрипичных мастеров своих покупателей. Мастера закупают у венецианских купцов древесину и изготавливали из нее свои инструменты.

Следы гнилостных реакций на ели верхней деки скрипки А.Страдивари «Sunrise» (1677), возникшие от длительного пребывания древесины в воде.



В книге Патрика Крэ указывается: «Практика сплава бревен или дров восходит к средневековью. В зависимости от продолжительности транспортировки и хранения оно дает временную защиту от насекомых и грибов. Во Франции и Италии было общей практикой хранить дерево в океанских заливах и болотах. Это, в частности, относилось к дубу, используемому в кораблестроении (в Венеции и Генуе), клену (для весел на галерах) и ели (дерево для легких деталей). Если рассмотреть в эволюционной перспективе, вполне убедительно по времени и обстоятельствам, что итальянские скрипичные мастера покупали материалы, подвергшиеся длительному вымачиванию. Тем не менее, эта практика, как и многие другие оказались забытыми к концу XVIII века после прекращения использования. Строители соборов использовали такую же технику, чтобы подготовить дерево. Их дуб, срубленный в начале строительства, выдержанный в соленой воде, затем вымачивался в пресной воде. Такая обработка длилась примерно 30 лет...»

«Существует гипотеза о возможной «засолке» скрипичными мастерами древесины в соляном растворе... В начале 1580 года французский химик Бернард Палисси писал: «соль улучшает голоса всех видов музыкальных инструментов». Основными целями были отпугнуть древесных червей, избежать гниения и стабилизировать содержание влажности...»

«Закалка (печная сушка) использовалась с незапамятных времен, чтобы сделать дерево твердым и упругим. Дерево, помещенное одной стороной к открытому огню или рядом с другим источником тепла проходит медленный и аккуратный процесс сушки, придающий дереву красивый карамельный цвет через нагрев через массивной деструкции древесины. Непосредственно печная сушка (с увлажнением или без него) или на открытом воздухе была техникой столяров и краснодеревщиков, применяемой для раскройки шпона или подготовки дерева под роспись. Эта техника позволяла им быстро получить стабилизированное по уровню влажности дерево без растрескивания...»

Джозеф Недживари, основываясь на данных книги М.Ф.Тьеполо «Леса Светлейшей» [Венецианской республики] – государственные архивы

Венеции (1987) (M.F.Tiepolo, I Boschi della Serenissima, an exhibit of the State Archives of Venice, Aug. 1987), указывает: «логично предположить, что дерево кременских мастеров было куплено в Венеции, главном рынке Северной Италии, где еловые бревна доставлялись водным путем. Если бревна подвергались химической обработке пока они были мокрыми, поры между клеточными стенками должны оставаться открытыми, и химические вещества могли проникать во внутреннюю структуру. После кипячения и сушки, особенно при высокой температуре, происходили значительные изменения в химическом составе органической материи, в микроструктуре и механических свойствах дерева».

Венеция заготавливала ель в регионе Альто Адидже, провинция Больцано (Южный Тироль) в итальянских Альпах, где была установлена государственная монополия на лес. Клен, спиленный, по традиции, в последнюю четверть убывающей луны, когда останавливается сокодвижение в дереве, заготавливался на Балканах. Лучшие деревья произрастают на северо-восточном склоне горы на высоте более 900 м над уровнем моря и имеют диаметр более 50 см (возраст более 300 лет).

Комель боснийского явора



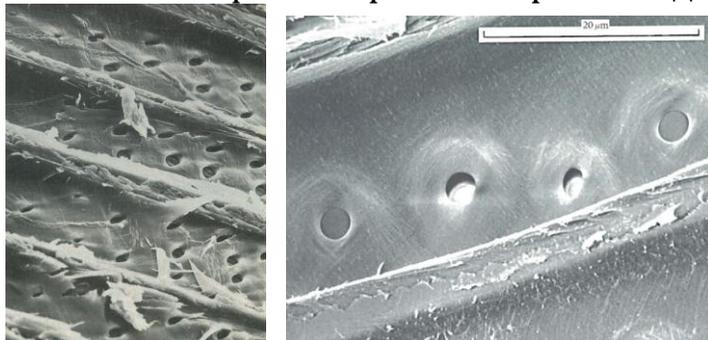
Таким образом, в старинной кременской схеме осуществлялись следующие действия с древесиной:

1) пресная промывка древесины в водах горных рек (холодная вода с растворенными минералами).

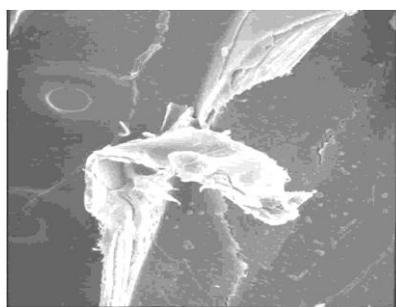
Высушенная на воздухе древесина закрывает поры под действием атмосферного давления и влажности. В классических инструментах поры дерева открыты. Проведенные Недживари исследования стружек со скрипок Страдивари «Беттс» (1704) и «Греффюль» (1709), двух скрипок Гварнери дель Джезу показали открытые поры древесных клеток. Соотношение натрия и калия в кременской древесине существенно отличается от пропорций в натуральной древесине - в 8 - 10 раз.

Горные реки имеют обычно бурное движение вод по карстовым каньонам, омывают породы, содержащие гипс, известняк, доломит, каменную соль. Почва, по которой протекают балканские реки (Крка, Цетина и другие) содержит известняк и доломиты. рН на уровне 7,56 – 7,80. Температура воды – 10 – 13 градусов.

Фрагмент древесины ели скрипки А.Страдивари «Betts» (1704) при увеличении 1000 крат. Открытые поры и следы действия грибов



Фрагмент древесины ели скрипки Гварнери дель Джезу 1735 г. с видимыми минеральными отложениями и микроорганизмами. Увеличение 2000 крат



2) транспортировка дерева морским путем (из Балкан до Венеции Адриатическим морем), а затем выдерживание дерева долгое время в Венецианской бухте, под воздействием насыщенного соляного раствора происходила минерализация древесины, повышение ее кристалличности, жесткости, а также увеличение минерального разнообразия древесного состава.

Использованные химиками методы для анализа кремонских материалов: сканирующая электронная микроскопия, EDX спектроскопия (рентгеновские лучи рассеянной энергии), FFT IR спектроскопия (быстрое преобразование Фурье инфракрасного спектра), NMR спектроскопия (твердотельный  $^{13}\text{C}$  ядерный магнитный резонанс) позволило установить, что в древесине кремонских инструментов обнаружено присутствие гипса, сульфата бария, буры, фторида кальция, хлоридов натрия, калия, кальция, магния, кремния, алюминия, хрома, железа, марганца, титана, а также фосфатов, сульфатов и хлоридов.

В древесине скрипки Страдивари (1717) содержание натрия превышает показатели боснийского клена – в 11 раз, словацкого клена – в 8 раз. Высоко присутствие хлоридов, содержатся кремний, сульфаты, барий, железо, медь, кальций, магний, фосфаты и силикаты. В древесине скрипки Гварнери (1735) обнаружены соединения алюминия, кремния, бария, серы, железа, циркония, цинка, бора, хрома, циркония.

Содержание солей в старинных инструментах в 10-50 раз больше зольности обычного дерева (по результатам изучения инструментов Страдивари, Гварнери дель Джезу, Гваданини, Руджери). Минерализация обеспечивает жесткость материала, приводит к облегчению веса заготовки до 26%. Вес дек Страдивари – около 60 г, тогда как деки современных скрипок весят примерно 80 г.

3) перевозка дерева по реке По против течения от Венеции до Кремоны в условиях пресной воды равнинной реки промывало древесину из избытка солей.

4) специальная обработка древесины (предпродажная обработка венецианскими купцами) варкой в минеральных составах, зольных растворах; известно о традиции варки в пуццолановых растворах с приданием дереву бронзового (коричнево-красного) цвета, в известкованном дереве – с эффектом цементования; варка в растворе калиево-алюминиевых квасцов высвобождает связанную воду и повышает жесткость; варка в растворе триполита (трепела) приводит к повышению жесткости древесины. В качестве модифицирующих веществ могут быть использованы диатомит, бентонит, винный камень, шикиматная кислота, пуццоланы, цеолиты (алюмосиликаты), алуниит, силикат натрия, бура, фосфорный аммоний, жидкое стекло;

5) стабилизация древесины термической обработкой.