

4.2.9. Долговечность

Силами VTT были проведены три испытания с целью установления долговечности подвергнутой термообработке древесины. Испытания проводились в соответствии со стандартом «EN 113», при этом время разрушения составило 16 дней. Кроме того, была применена модификация означенного испытания по «EN 113»; время испытания было ускорено за счет использования испытательных образцов меньшего размера и более короткого времени разрушения (6 недель). Третье испытание было проведено при контакте в грунте согласно «ENV 807», при этом время испытания составило 8, 16, 24, и 32 недели. Для испытания использовались грибки «*Coniophora puteana*» и «*Poria placenta*», поскольку они считаются наиболее распространенными и проблематичными грибами.

Результаты выявили поразительную способность подвергнутой термообработке древесины сопротивляться разрушению. На примере указанных двух грибов подвергнутая термообработке древесина показала различные результаты. Подвергнутая термообработке древесина требует более высокой температуры обработки для того, чтобы добиться максимальной устойчивости к воздействию грибка «*Poria placenta*» по сравнению с устойчивостью к воздействию грибка «*Coniophora puteana*» (Рис. 12-4).

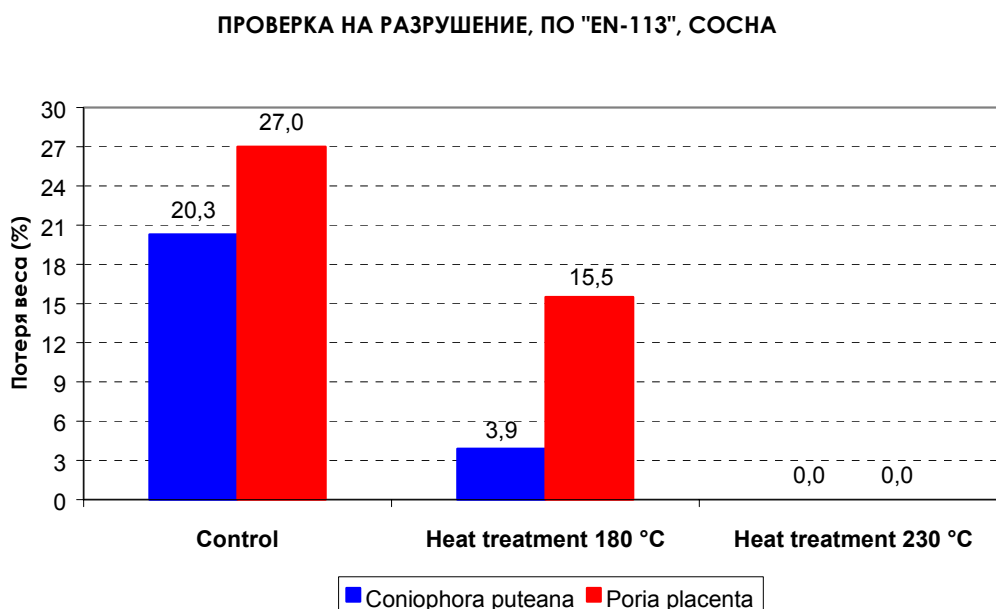


Рис. 12-4. воздействие термообработки на процесс разрушения по трухе в модифицированном испытании «EN 113». Обработанная сосна, время термообработки 4 часа (источник : VTT).

Испытания на биологическую устойчивость в соответствии с «EN 113» выявили хорошие характеристики долговечности в зависимости от температуры и времени обработки. Для обработки древесины на соответствие требованиям класса 1 (высокая степень долговечности) требуются температуры свыше 220°C на протяжении 3 часов, а для класса 2 (нормальная степень долговечности) желаемый результат достигается при температуре порядка 210°C (Рис. 13-4).

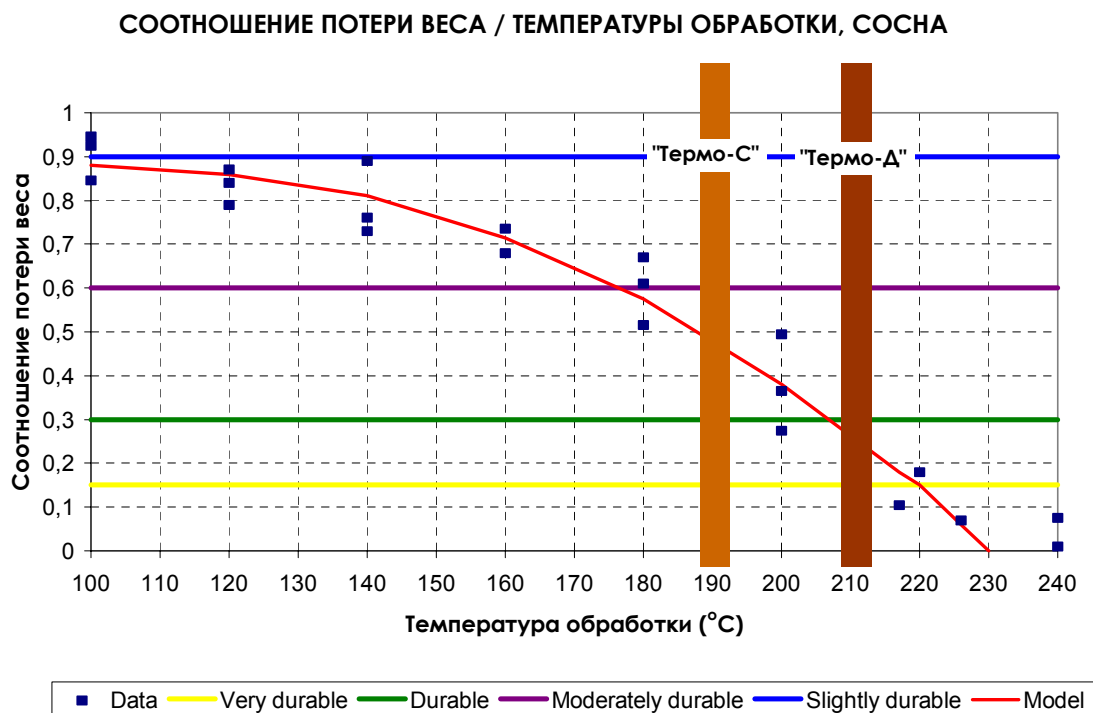


Рис. 13-4. Влияние температуры на коэффициент потери веса. Сосна, время обработки 3 часа. Стандарт «EN 350-1». Долговечность (источник : VTT).

На основании результатов испытаний в эксплуатационных условиях («EN 252»), **рекомендуем не применять технологию термообработки древесины ThermoWood® для конструкций, предполагающих глубокий контакт с почвой и обуславливающих эксплуатационные характеристики сооружения в целом.** Предполагается, что соответствующая потеря прочности происходит из-за влаги, а не вызвана микроорганизмами. Чтобы установить причину этого явления, необходимые дальнейшие исследования. Однако, практический опыт показывает, что использование «Thermo D» в конструкциях, предусматривающих глубокий контакт с почвой, но не играющих существенной роли для эксплуатационных характеристик сооружения в целом, вкпе с периодическим просушиванием поверхностей не вызывает сколько-нибудь существенной порчи материала. Это особенно очевидно, когда обеспечен эффективный дренаж почвы, а сам грунт включает песок и галечник.

4.2.10. Сопrotивляемость насекомым

Испытания проводились «СТВА» во Франции. Жуки «Longhorn» встречаются в оболони мягких пород дерева. Обычный мебельный жук (*Anobium punctatum*) «любит» в частности твердые породы дерева. *Lyctus Bruneus* встречается в некоторых твердых породах дерева. Испытания показали, что подвергнутая термообработке древесина оказалась устойчивой ко всем трем.

Испытания, проведенные в Университете г. Куопио, также подтвердили хорошую сопротивляемость подвергнутой термообработке древесины насекомым и жукам. Отчет об испытаниях заключает, что жуки распознают сосну по ее терпеновым выделениям, которую считают подходящим местом для кладки яиц. Поскольку по сравнению с обычной древесиной терпеновые выделения подвергнутой термообработке древесины резко сокращаются (см. Раздел 4.2.13), можно ожидать, что жуки по мере возможности выберут обычную древесину. Согласно отчету то же может быть применимо и к термитам. Однако эта область еще требует дополнительных испытаний.



Рис. 14-4. Жук «Longhorn» и личинка в испытываемом образце подвергнутой термообработке древесины (фото : Йармо Холопайнен, Университет г. Куопио).

Что касается термитов, проблема эта более актуальна для Южного полушария, но термиты уже распространились по Франции, и имеются свидетельства их появления и далее на север Европы. Термиты атакуют здания из-под земли, избегая по возможности прямых солнечных лучей. В поисках пропитания они не обходят стороной ни древесину, ни материалы фундамента на основе бетона. Для того, чтобы совладать с ситуацией, были разработаны различные меры; меры включают полиэтиленовые диафрагмы, устанавливаемые в фундаментах зданий. Кроме того, для герметизации возможных путей попадания внутрь здания имеются различные лакокрасочные материалы на битумной основе. Пока результаты испытаний указывают на то, что сопротивляться нападениям термитов технология термообработки древесины ThermoWood® не в состоянии. Однако, рекомендуются локальные испытания, поскольку типы термитов сильно варьируются в зависимости от региона обитания. Кроме того, требуются дополнительные исследования в области повадок термитов.

4.2.11. Стойкость против атмосферных воздействий

Стойкость против атмосферных воздействий без обработки поверхности

Дождь

Для установления эксплуатационных характеристик подвергнутой термообработке древесины в естественных погодных условиях были проведены различные испытания в условиях эксплуатации. Материал, обработанный при температуре 225°C в течение 6 часов, имел содержание влаги вдвое меньше, чем необработанная древесина; эта разница сохранилась и через пять лет воздействия естественных условий. Приведенная ниже диаграмма показывает эволюции уровней содержания влаги в естественных погодных условиях для необработанной древесины, древесины подвергнутой термообработке по технологии ThermoWood®, а также древесины, обработанной при помощи «ССА».

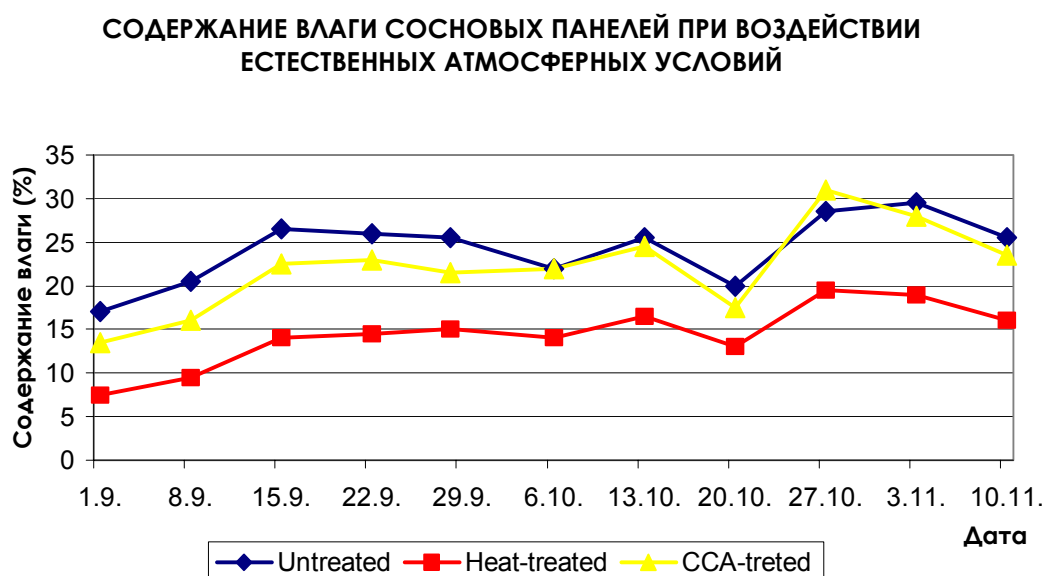


Рис. 15-4. Содержание влаги строганных сосновых панелей под воздействием естественных атмосферных условий, 1994 г. (источник : VTT).

Как и со всеми материалами, подвергнутыми воздействию естественных атмосферных условий, на поверхности подвергнутой термообработке древесины может наблюдаться рост плесенного грибка. Из-за бактерий в воздухе или в грязи, переносимых дождем, грибок может появиться на необработанной поверхности. Однако, это наблюдается только на поверхности, и его можно удалить – стереть или соскрести.

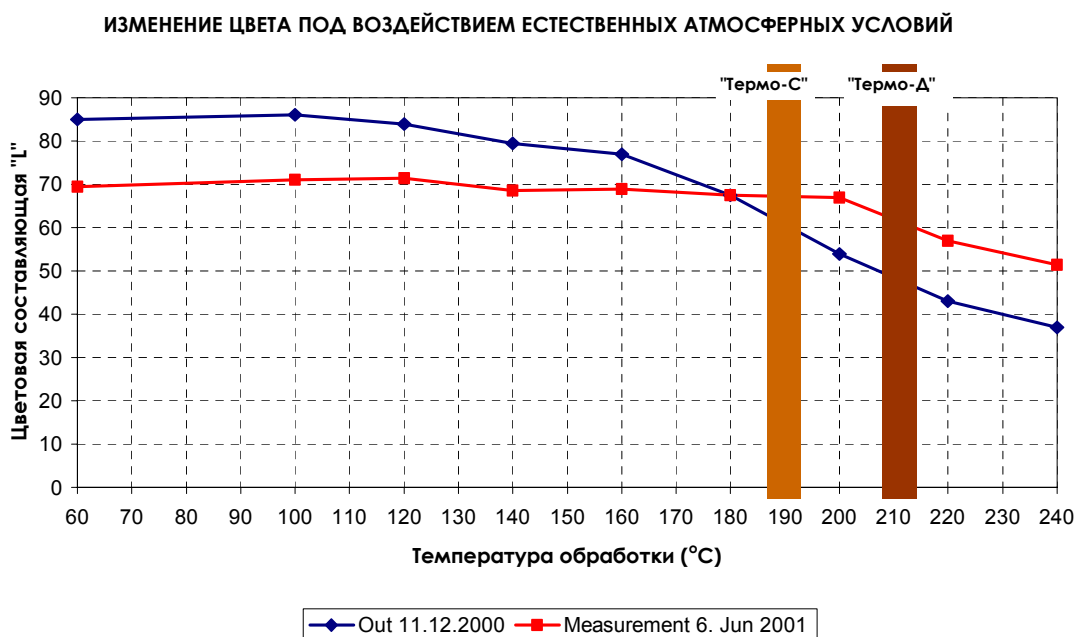


Рис. 16-4. Влияние температуры термообработки на изменение цвета из-за воздействия естественных атмосферных условий. Сосна, время обработки 3 (источник : VTT).

Испытания в условиях эксплуатации проводились для измерения устойчивости подвергнутой термообработке древесины к воздействию солнечного света (ультрафиолетового излучения). Как и большинство натуральных материалов, такая древесина не в состоянии сопротивляться ультрафиолетовому излучению. В результате цвет через некоторое время меняется от изначального коричневого до серого при воздействии прямых солнечных лучей. Приведенная выше диаграмма показывает изменение цветовой составляющей «L» за шесть месяцев. Оригинальный цвет можно сохранить при помощи консервантов, содержащих пигмент, или консервантов с UV-фильтром.

Хотя у древесины, подвергнутой термообработке по технологии ThermoWood®, содержание влаги, а также разбухание и сжатие значительно снижены, ультрафиолетовое излучение вызывает появление небольших трещин на поверхности неокрашенных панелей под воздействием солнечного света уровень поверхностных трещин не обнаружил никаких признаков улучшения на неокрашенном контрольном материале, когда использовались более высокие температуры (Рис. 17-4).

Влияние процесса термообработки на рост поверхностного грибка показан на приведенной ниже диаграмме. Трещины классифицировались следующим образом:

- размер (0–5):
- 0 без трещин
- 1 трещины различимые при помощи лупы с 10-кратным увеличением
- 2 трещины, видимые невооруженным глазом
- 3 отчетливо различимые трещины
- 4 трещины шириной менее 1 мм
- 5 большие трещины шириной более 1 мм

- плотность (0–5):
 - 1 одна трещина
 - 5 вся поверхность покрыта трещинами

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБРАБОТКИ НА РАСТРЕСКИВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ И РОСТ ПЛЕСЕННОГО ГРИБКА

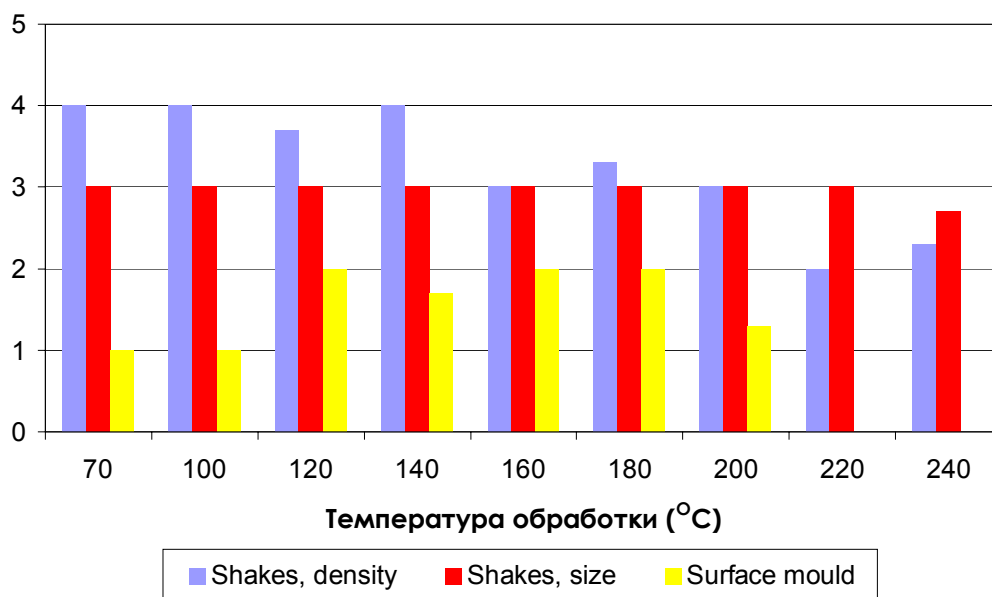


Рис. 17-4. Влияние температуры термообработки на растрескивание поверхности и рост грибка на сосновых панелях. Время термообработки 3 часа. Время воздействия естественных атмосферных условий 6 месяцев (источник : VTT).

По влиянию солнечного света (ультрафиолетового излучения) можно заключить, что с применением пигментосодержащих защитных покрытий для поверхности подвергнутой термообработке древесина обеспечивает хороший уровень в части поверхностных трещин. Таким образом настоятельно рекомендуем обрабатывать поверхность.

Стойкость против атмосферных воздействий – поверхности, обработанные по технологии ThermoWood®

Испытания в условиях эксплуатации, при этом период естественного атмосферного воздействия составлял пять лет, были проведены силами VTT с целью исследования эксплуатационных характеристики покрытий, используемых для поверхностей подвергнутой термообработке древесины, и сравнения их с характеристиками необработанной древесины. Панели были классифицированы визуально во время закаливания в соответствии с «ISO 4628».

Было обнаружено, что содержание влаги, подвергнутой термообработке по технологии ThermoWood® древесины, было вдвое меньше, чем у необработанной древесины. Непигментированные участки или масло не защищают ни обработанную, ни необработанную древесину. Эти покрытия стирались или снашивались, и годовые кольца

начинали ослабевать – так же, как и у панелей без защитного покрытия. Панели с защитным непигментированным покрытием обнаружили сильную тенденцию к растрескиванию.

Влияние обработанной по технологии ThermoWood® подложки на эксплуатационные характеристики защитного лакокрасочного покрытия наблюдалось через пять лет естественного атмосферного воздействия. Эксплуатационные характеристики акриловых красок кислотного отверждения и на водной основе на обработанных панелях были лучше, чем на необработанных. Панели, окрашенные такими красками, не выказывали шелушения по обработанной по технологии ThermoWood® подложке (Рис. 18-4).

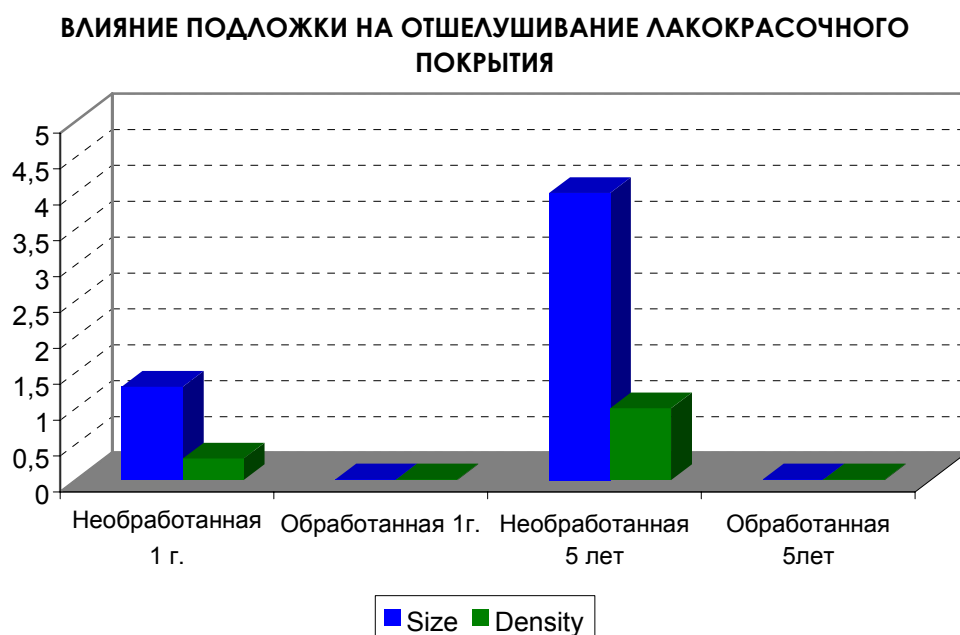


Рис. 18-4. Влияние подложки на отшелушивание нанесенного на сосну лакокрасочного покрытия на водной основе (источник: VTT)

Краски для наружных стен хорошо «работали» и на обработанной, и на необработанной подложке, никаких признаков сколько-нибудь существенного влияния обнаружено не было. Результаты показали, что наиболее оптимальные системы защитных покрытий для подвергнутой термообработке древесины включали масляный грунт и верхний алкидный слой на растворимой основе или акриловый слой на водной основе.

4.2.12. Цвет

На цвет обработанной по технологии ThermoWood® древесины влияют температуры и время обработки. Чем выше температура, тем темнее получается древесина. Как и у мягких пород дерева, на цвет влияют обычные изменения из-за плотности, а также возраст древесины. В принципе, цвет в процессе обработки можно воспроизвести, он замеряется при помощи составляющей «L». Возможности включения измерения значения составляющей «L» в критерии контроля качества технологического процесса в настоящее время изучается.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБРАБОТКИ НА ЦВЕТОВУЮ СОСТАВЛЯЮЩУЮ "L"

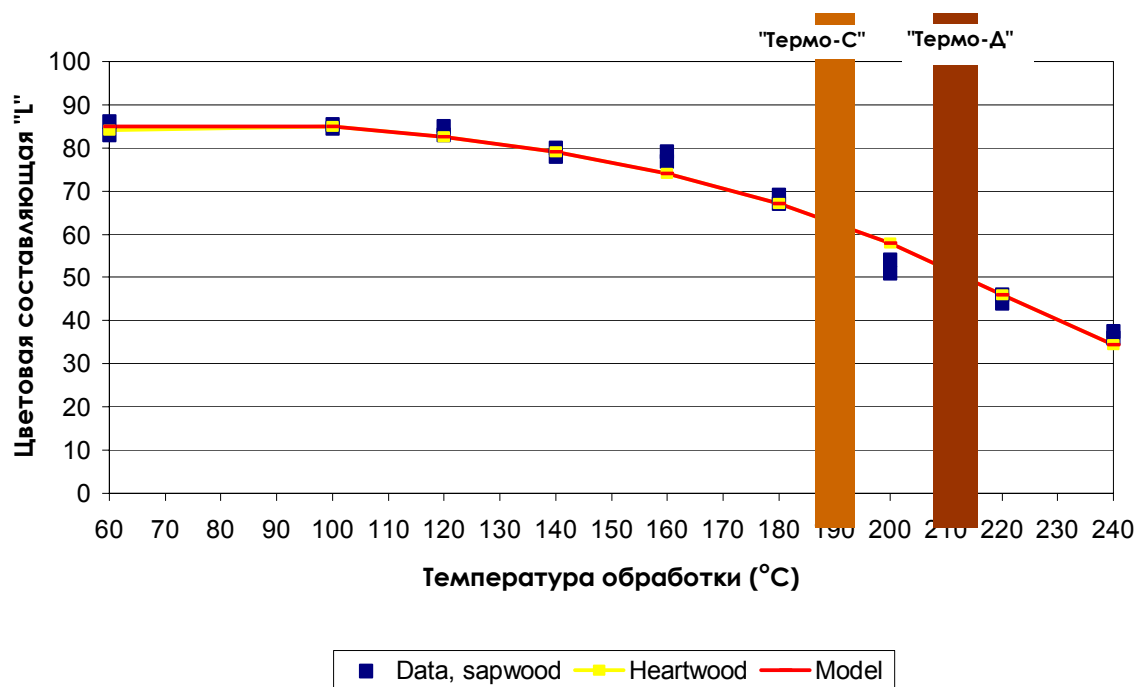


Рис. 19-4. Влияние температуры термообработки на цветовую составляющую «L». Сосновые доски, время обработки 3 часа (источник: VTT)

Приведенный ниже рисунок показывает цвета сосновых досок, обработанных при различных температурах.

120 °C

140 °C

160 °C

180 °C

200 °C

220 °C

ЛЕТУЧИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СМЕСИ ИЗ ОБРАЗЦОВ СОСНЫ

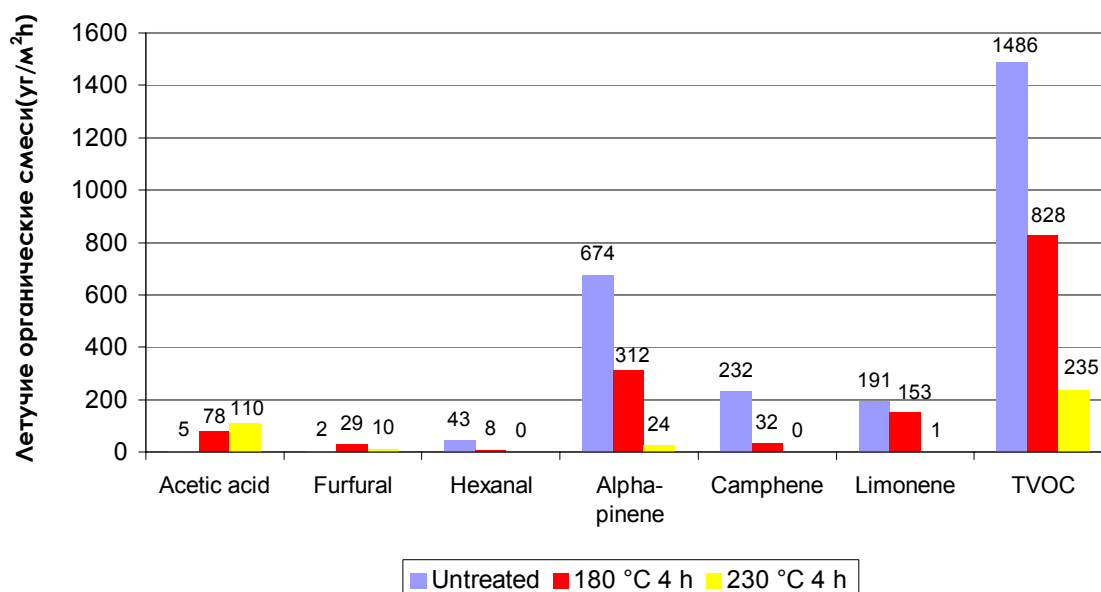


Рис. 21-4. Летучие органические смеси из образца сосны, возраст 2 месяца (источник: VTT).

4.2.13. Выделения

Выделения замерялись на примере подвергнутых термообработке сосновых досок. Образцы обрабатывались при температуре 180°C и 230°C на протяжении 4 часов. Испытания проводились через 7 недель (180°C) или 8 недель (230°C) после обработки.

Замеры выделений производились на участке химических технологий VTT в соответствии с методикой испытаний «KET 3300495». Необработанная сосна обнаружила самое большое количество летучих органических смесей, 1486 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{ч}$. Большинство из них состояли из терпенов, а также были обнаружены значительные объемы альфа-пинена, камфена и димонена. Необработанная сосна также содержала гексанал и небольшое количество фурфураловой и уксусной кислот.

Общий объем выделений для сосны, обработанной по технологии ThermoWood® при температуре 180°C составил 828 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{ч}$. Образец содержал терпены, фурфуралы, гексанал и уксусную кислоту. Общий объем выделений для сосны, обработанной по технологии ThermoWood® при температуре 230°C, оказался самым низким и составил 235 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{ч}$. Состав предусматривал в основном уксусную кислоту (110 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{ч}$). Этот образец содержал совсем незначительное количество терпенов. Выделения показаны на Рис. 21-4.

Похожий на дым запах от подвергнутой термообработке древесины исходит главным образом от фурфурала. результаты испытаний в части запаха пока не опубликованы. Было обнаружено, что через некоторое время запах исчезал, а также пропадал при защитной обработке поверхности.

5. Работа с ThermoWood® на промышленных предприятиях

5.1. Общие сведения

В принципе, при обращении с подвергнутой термообработке древесиной требуется немного более осторожности по сравнению с мягкими породами дерева, высушенными в печи, при дальнейшей обработке такая древесина более восприимчива к механическому повреждению. Рекомендуются методики, аналогичные применяемым при работе с твердыми породами. Настоятельно рекомендуется использовать только очень хорошо заточенный инструмент. Как и во всех остальных случаях, предварительная выдержка содержания влаги по отношению к относительной влажности соответствующей местности способствует получению лучших результатов.

5.2. Распиловка

Внутреннее давление древесины снимается при соответствующем технологическом процессе термообработки, и таким образом после разделения кусков древесины, никакой деформации не происходит.

Поскольку обработанная по данной технологии древесина не содержит смол, требования к мощности режущего оборудования снижены, а срок его службы, таким образом, существенно возрастает.

Распиловка обработанной по данной технологии древесины не отличается от распиловки необработанной древесины. В местах расположения сучков особо выраженных трещин или задиров не отмечается по сравнению с мягкими породами дерева, высушенными в обычной печи. Единственная проблема – это пыль. Поскольку прошедшая термообработку древесина очень сухая, пыль получается тонкодисперсная и легко распространяется повсюду.

По изложенным выше причинам особое внимание надлежит уделять работе соответствующей вытяжной системы. Система должна быть хорошо герметизированной и достаточно эффективной.

Поскольку лезвия с редкими зубцами могут вызвать образование сколов кромок обработанной по технологии ThermoWood® древесины, рекомендуется применять лезвия с частыми зубцами. Твердосплавные или аналогичные им лезвия увеличивают интервалы для технического обслуживания и восстановительного ремонта резцов.

5.3. Строгание

В результате термообработки древесины по технологии ThermoWood® может наблюдаться вытяжка, хотя, как уже упоминалось в разделе, посвященном вытягиванию и сжатию древесины под воздействием влаги, изменения после обработки весьма ограничены. Поэтому при строгании древесины, которая перед строганием не разрезалась, рекомендуется врезной ролик заменить на другой, с двумя узкими колесиками, чтобы древесина соприкасалась с роликом по внешним кромкам выпуклой поверхности – см. приведенный ниже рисунок. Или же можно использовать одно узкое колесико так, чтобы древесина была повернута выпуклой поверхностью вниз. Оба метода способствуют образованию плоской поверхности по мере того, как древесина проходит через продольно-строгальный станок, снижая таким образом риск растрескивания и способствуя более высокому давлению врезных роликов.

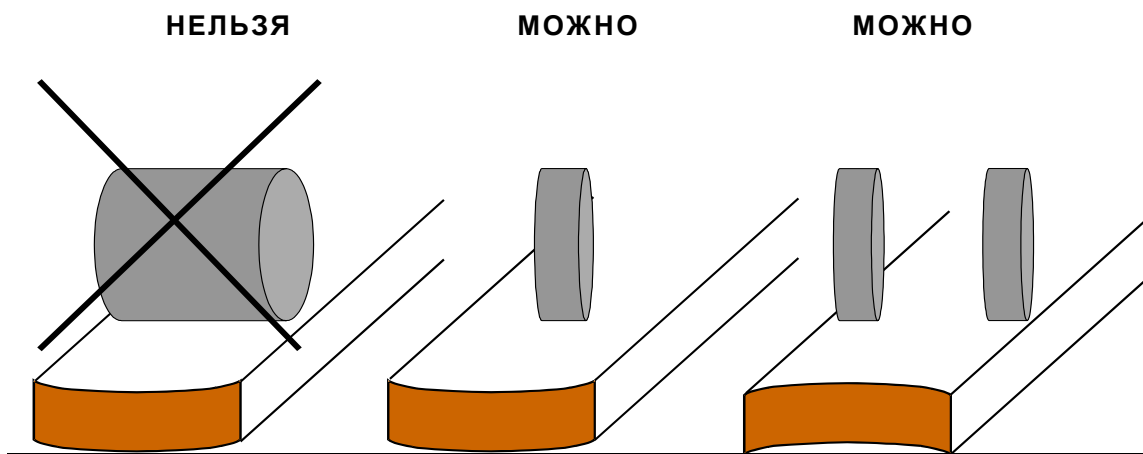


Рис. 1-5. Рекомендуемые врезные ролики – во избежание растрескивания досок.

Во избежание растрескивания досок рекомендуется обеспечить плоскую поверхность основы при помощи продольно-строгального или ленточно-отрезного станка перед началом профилирования. Seinäjoki Polytechnic провела испытания в части строгания обработанной по технологии ThermoWood® древесины. Испытывались различные углы расположения резцов. При этих испытаниях все варианты углов расположения резцов работали хорошо, и качество поверхности также было хорошим. Наилучшие результаты дали твердосплавные резцы, которые применяются при работе с твердыми породами дерева.

По имеющимся данным, прошедшая термообработку древесина вызывает меньше трения при врезании и способствует более плавному процессу строгания. Это происходит из-за недостаточного количества смол в древесине. С другой стороны, поскольку прочность материала ниже, врезные ролики должны быть отрегулированы на меньшее давление во избежание растрескивания досок. Хорошие результаты были получены при перемещении роликов, как показано на приведенном выше рисунке. Некоторые строгальные линии также предусматривают возможность снижения скорости, например, в одном случае – с 80 м/мин до 60 м/мин, и в другом случае – со 100 м/мин до 80 м/мин. При снижении скорости врезания скорость вращения резцов должна быть снижена соответственно. Слишком высокое соотношение между значениями скорости врезания и скорости вращения резцов может вызвать воспламенение поверхности древесины.

Давление роликов, а также скорость и прочие параметры в значительной мере зависят от соответствующей строгальной линии и механизмов, и оборудования. Поэтому какие-либо общие показатели установить невозможно. При строгании подвергнутой термообработке древесины параметры задаются для каждого станка отдельно.

По имеющимся данным станки (режущие и прочие поверхности) остаются чистыми после работы с прошедшей термообработку древесиной, благодаря предельно низкому содержанию смол. При помощи подвергнутой термообработке древесины можно даже очистить станок от содержащей смолу пыли, оставшейся от предыдущей партии древесины.

Чтобы получить наиболее успешные результаты и свести до минимума ослабление годовых колец древесины рекомендуется по возможности использовать материал, который был разрезан параллельно направлению волокна. Кроме того, для улучшения результатов строгания следует учитывать наиболее оптимальные варианты лицевой поверхности. Существует тесная взаимосвязь между типами врезных роликов и давлением, направлением волокна, вытяжкой, остротой резцов и производительностью. При

тщательном совмещении этих переменных можно получить наиболее оптимальный результат.

5.4. Фрезерование

Соответствующие испытания проводились VTT с применением станка с двойным управлением (ручным и ЧПУ). Для получения хорошего качества поверхности – особенно при фрезеровании – резцы должны быть хорошо заточенными; в противном случае образуются задиры. Более высокая степень образования задиров наблюдалась при обработке древесины в направлении, поперечном направлению волокна. Наибольшие проблемы были связаны с началом работы и под конец, когда резцы появлялись из древесины. Фрезерование подвергнутой термообработке древесины аналогично работе с жесткими и ломкими твердыми породами дерева.

Было установлено, что порядок работы влияет на рабочие характеристики древесины. Наилучшие результаты были получены, когда за резцом оставалось достаточно цельного материала. Из этого следует, что порядок работы должен быть тщательно распланирован заранее.

По сравнению с обычной древесиной резцы изнашиваются медленнее.

5.5. Обработка наждачной шкуркой

В целом работа такая же, как и с необработанной древесиной; никаких осложнений не выявлено. Во многих случаях необходимости в обработке наждачной шкуркой нет, поскольку подвергнутая термообработке древесина имеет достаточно хорошее качество поверхности после строгания или фрезерования.

Получающаяся при этом пыль имеет очень мелкие частицы, что необходимо учитывать при разработке соответствующих вытяжных систем. С другой стороны, пыль светлая и сухая и не предусматривает никаких особых требований в отношении вытяжных систем. Как и при работе с любым другим типом древесины, существует риск взрыва пыли при определенных условиях.

5.6. Склеивание и соединение в промышленных условиях

Склеивание

При склеивании материалов Thermowood® надлежит в точности следовать соответствующим инструкциям изготовителей клеевых составов. В Приложении 1 изложены рекомендации от одного из производителей.

Силами VTT была изучена способность прошедшей термообработку древесины к склеиванию с использованием клеящих составов на основе 1- и 2-компонентных веществ: поливинилацетата и поливинилового спирта, резорцинно-формальдегидного полимера и эмульсионного полимерного изоцианата. Испытания проводились в соответствии с «DIN 68603». Прочность одной линии склеивания определялась в соответствии с «EN 392» (испытание блока на сдвиг). Влагостойкость устанавливалась в соответствии с испытанием на расслоение по «EN 302-2». Степень проникновения клея внутрь материала Thermowood® изучалась под микроскопом.

Способность материала к склеиванию зависит от класса термообработки. Предел прочности линии склеивания на сдвиг понижался при повышении температур термообработки. Это вызвано изменениями прочностных характеристик материала. Это также объясняет высокий процент разрушений древесины (90–100%). Линия склеивания отрывалась от древесины, а не от самого клея.

Степень проникновения эмульсионного полимерно-изоцианатного клея внутрь прошедшей термообработку древесины была высока, что могло воздействовать на значения прочности. Эмульсионные полимерно-изоцианатные клеящие составы относятся к слабощелочным, длительный (несколько часов) период прижима в холодной среде может способствовать улучшению степени проникновения клея.

Опыты на одной из фабрик, где в качестве сырья применялась прошедшая термообработку сосна, были успешными. И меламино-формальдегидно-полимерные, и резорцинно-формальдегидно-полимерные клеящие составы работали нормально. Использовались обычные производственные параметры (время сжатия, давление, и т.д.). Со штифтовыми соединениями применялся клей на основе меламино-формальдегидного полимера.

В отношении склеивания результат будет лучше с древесиной, обработанной при более низких температурах. При сборке нельзя сильно надавливать, поскольку материал более ломок, чем необработанная древесина. При работе с клеящими поливинилацетатными составами содержание воды в клее должно быть сведено к минимуму. Поскольку процесс термообработки меняет способность древесины к водному связыванию, скорость поглощения древесиной клея и воды снижена.

Некоторые клеящие поливинилацетатные составы могут вызвать осложнения, например, существенно увеличить время сушки, поскольку вода должна быть полностью абсорбирована древесиной, т.е. отвердевание/схватывание клея зависит от способности древесины к водопоглощению. Клеящие составы химического отвердевания предусматривают обычное время сушки.

Все испытания, проведенные с поливинилацетатными клеящими составами, были успешны, но необходимо учитывать, что реакция отверждения/схватывания поливинилацетата предусматривает присутствие воды. Вода может поглощаться либо из древесины, либо из окружающего воздуха. Требуемый объем влаги зависит от клея, но если и древесина, и воздух сухие, существует риск плохого склеивания.

Как во всех остальных случаях при склеивании древесины, надлежит уделять внимание соблюдению правильных условий при работе с древесиной, обработанной по технологии Thermowood® - это температура древесины, содержание влаги и чистота поверхности.

Штифтовое соединение

Институт Технологий г. Сейнайоки провел испытания штифтовых соединений с :

- четырьмя разновидностями клеевых составов : меламино-формальдегидным полимером, поливинилацетатом, 2 видами полиуретана;
- тремя сроками : 15 с, 30 с и 60 с;
- шестью значениями давления от 1.3 до 7.8 Н/мм² (в соответствии с давлением для склеивания 0.2–1.2 МПа).

Соединения оставались жесткими при всех испытываемых параметрах. По данным этих испытаний максимальное давление было 22 Н/мм², что в десять раз превосходит давление, необходимое для склеивания.

Для механической обработки применяемых в таких соединения штифтов рекомендуется применять твердосплавные резцы. Также рекомендуется наносить клей на оба конца для обеспечения жесткого соединения.

Поскольку работа с затупленными резцами приводит к сколам штифтового соединения, особое значение придается тому, чтобы резцы были хорошо заточены. Также было обнаружено, что более низкие обороты снижают риск появления сколов штифтового соединения.

Ряд разновидностей штифтовых соединений прошли успешные испытания. Промышленные испытания показали, что из-за вытяжки древесины Thermowood® вызванной процессом обработки, предварительное строгание материала перед штифтовым соединением выдало более успешные результаты и обеспечивало более высокую производительность и меньшее количество простоев. Кроме того, предварительное строгание улучшало эксплуатационные характеристики видеосистем станков в автоматизированных линиях резки.

Механические соединения

Раскалывания или растрескивания материала можно избежать при использовании самонарезающих винтов и винтов с потайными головками или с предварительным просверливанием отверстий.



Рис. 2-5. Самонарезающий винт.

Винты выбираются в зависимости от конечной цели применения. Для наружного применения и аналогичных условий рекомендуется использовать винты из нержавеющей стали.

Хорошие результаты дает применение пневматического гвоздезабивного станка. Особое внимание надлежит уделять давлению и длине вбивания.

Пониженный предел прочности материалов при раскалывании и слегка пониженный предел прочности при изгибе следует учитывать при проектировании соединений. Наиболее ответственные соединения и детали изделий рекомендуем испытать непосредственно перед производством. Крупные сучки (особенно это актуально для размера поперечного сечения) всегда являются фактором риска для обработанной по технологии Thermowood® древесины, поскольку в ней недостаточное содержание смол, которые в обычной древесине ведут себя как связка или сцепление между сучком и прилегающими участками.

Лучшая формоустойчивость подвергнутой термообработке древесины позволяет проектировать соединения с меньшими допусками по сравнению с обычной древесиной.

5.7. Обработка поверхности в промышленных условиях

По свойствам материала прошедшая термообработку древесина как подложка для нанесения защитных покрытий сопоставима с необработанной древесиной. Поскольку смолы из такой древесины удалены, риск вытекания смолы в районе сучков на окрашенную поверхность значительно снижен. Поэтому перед обработкой поверхности необходим соответствующий уплотнитель.

При проведении обработки поверхности древесины Thermowood® обязательно в точности соблюдать соответствующие инструкции изготовителей. В Приложении 2 изложены рекомендации производителей.

Наиболее оптимальные адгезивные характеристики обеспечиваются на гладкой оструганной поверхности или – в случае свежесрубленной древесины – при нанесении покрытия кистью. В противном случае при работе с ленточной пилой мелкие щепки легко отстанут от поверхности. Поверхность должна быть чистой, как и в случае с любыми иными материалами.

Вещества на масляной основе ведут себя так же, как и с обычной древесиной. При работе с веществами на водной основе надлежит учитывать, что способность прошедшей термообработку древесины к водопоглощению ниже, чем у обычной древесины. Однако по имеющимся данным, никаких проблем не наблюдалось. Защитные покрытия на водной основе работали довольно неплохо, когда было достаточно времени для высыхания и пропитывания древесины. Лакокрасочные покрытия, отвердевающие под воздействием ультрафиолетового излучения, показали хорошие результаты наряду с маслами и воском.

Мы по-прежнему ожидаем результатов испытаний красок «Dugur/Gori», проведенных на открытом воздухе. Кроме того, была испытана целая серия промышленных систем защитных покрытий на водной основе. Краски «Dugur» были испытаны под более интенсивным воздействием атмосферных условий на поверхности прошедшей термообработку древесины, при этом на одну поверхность было нанесено покрытие без пропитки, а также испытывались обычные мягкие породы с пропиткой. Эти образцы уже были испытаны под более интенсивным воздействием атмосферных условий в специальной камере на протяжении 2000 часов, никакой разницы в эксплуатационных характеристиках выявлено не было. Испытания будут продолжены в течение дополнительных 2000 часов на предмет выявления каких-либо различий.

Испытания показали большой расход грунта, но, помимо этого, других существенных различий выявлено не было, за исключением, пожалуй, того, что с эстетической точки зрения обработанная по технологии Thermowood® древесина выглядела лучше. Лакокрасочные материалы, рекомендуемые для применения с прошедшей термообработку древесиной, перечислены в приложениях.

Как и при любых работах по обработке поверхностей, особое внимание надлежит уделять соблюдению правильных условий работы, а именно: температуре древесины, содержанию влаги и чистоты поверхности.

5.8. Противопожарная защита

Подвергнутая термообработке древесина (сосна) показала хороший результат при предварительных испытаниях на огнестойкость. Испытания проводились с применением замедлителей внешнего пламени «Moelven Fireguard IV» и «Injecta F». Для обоих веществ восприимчивость выше, чем у обычной необработанной древесины – в силу недостатка смол в подвергнутой термообработке древесине. Будут проводиться дальнейшие исследования и испытания.

5.9. Практический опыт от финской деревообделочной компании

Ниже приведены результаты и комментарии технического специалиста соответствующей финской компании. Компания уже на протяжении нескольких лет успешно работает с технологией термообработки древесины Thermowood®

Сырье

Компания работала с прошедшей термообработку сосной, елью, осиной и березой.

- Осина : результаты хорошие, но плохая приспособленность к эксплуатации или техническому обслуживанию
- Береза : хорошие результаты и более оптимальная приспособленность к эксплуатации или техническому обслуживанию
- Сосна и ель : небольшой материал со свежесрезанными сучками хорош; более крупные сухие сучки уже представляют проблему; хорошая приспособленность к эксплуатации или техническому обслуживанию
- В большинстве случаев закупалась древесина на один размерный модуль больше, чем обычно – для обеспечения достаточного запаса, проблему представляли деформации из-за процесса термообработки

Распилка

- Обычные станки/инструменты – обязательно должны быть хорошо заточены
- Никаких существенных проблем с продольной или поперечной резкой
- Никакого внутреннего напряжения в прошедшей термообработку древесине
- Структура древесины скорее напоминает структуру твердых пород, инструмент изнашивается соответственно

Строгание

- Компания применяет обычные станки/резцы
- Станки и резцы должны поддерживаться в хорошем рабочем состоянии и быть заточенными
- На результат работы может повлиять методика резки
- Резцы изнашиваются так же, как и при работе с твердыми породами дерева
- Осина, береза и сосна являются самыми лучшими в работе материалами
- Если требует к себе несколько больше внимания, однако результаты также могут быть хороши

Фрезерование

- Риск разрушения при соединении с помощью выступов и пазов
- На результат влияют острота кромок, правильность углов и скорость резки

Обработка наждачной шкуркой

- Использование шлифовальных машинок не вызывает никаких существенных проблем
- Наждачная бумага изнашивается с такой же скоростью, что и при обработке твердых пород дерева

Гвоздевые и винтовые соединения

- Для забивания гвоздей лучше всего подходит пневматический гвоздезабивной станок
- Если используется молоток, отверстия рекомендуем просверлить заранее
- Для винтовых соединений отверстия рекомендуем просверлить заранее
- Обращаться с древесиной, как с твердыми породами дерева

Склеивание

- Время прижима и высыхания клея существенно дольше
- Ряд вариантов клеящих составов
- Время высыхания можно сократить – за счет более высоких температур

Обработка поверхности

- Подходят обычно применяемые методики
- Без пигмента поверхность через некоторое время обесцвечивается
- Хорошие адгезивные характеристики обработки поверхности
- Материал является хорошей основой для нанесения красок на водной основе

Хранение сырья

- Не хранить в местах, не защищенных от снега или дождя
- Укрывать бумагой или хранить в крытых складских помещениях
- Нет необходимости в каких-либо особых условиях хранения на складе
- Закаливание рекомендуется непосредственно перед использованием

5.10. Охрана здоровья и безопасность труда

Существенных различий в вопросах охраны здоровья и безопасности труда при работе с обработанной по технологии Thermowood® древесиной и с обычной древесиной, как мягкими, так и твердыми породами, нет. Однако существует два четких различия: запах материала и пыль.

Древесина Thermowood® имеет запах дыма, который, по-видимому, исходит от химических компонентов, именуемых фурфуралами. Хотя запах легко различим и, по-видимому, является более сильным, чем у необработанной древесины, испытания показали противоположные результаты. Как указывалось в разделе 4.2.13, летучие органические соединения, выделяемые прошедшей термообработку древесиной, являются всего лишь фракциями компонентов обычной сосны.

Токсичных или вредных компонентов в древесине, обработанной по технологии Thermowood®, не обнаружено. Такая древесина была даже испытана как заменитель кости. Однако при попадании щепок под кожу их необходимо удалить как можно скорее, как в случае с обычной древесиной.

Университет Технологий г. Тампере совместно с Региональным Институтом гигиены труда г. Лаппеенранты изучил влияние работы с обработанной по технологии Thermowood® древесиной. Частицы пыли, появляющиеся при термообработке Thermowood®, имеют меньший размер по сравнению с пылью от обычной древесины. Эту пыль можно сравнить с MDF (хотя плотность ниже) или с пылью от твердых пород дерева. Никакой связи с риском раковых заболеваний выявлено не было.

При работе с прошедшей термообработку древесиной необходимо уделять должное внимание обеспечению соответствующих вытяжных систем. Система должна быть хорошо герметизированной и достаточно эффективной.

Стандартные вытяжные системы, применяемые в промышленном производстве, должны отвечать этим требованиям без каких-либо дополнительных настроек или регулировок.

Поскольку частицы пыли мелкие, светлые и не содержат смол, они легко засасываются в вытяжные трубопроводы. Лицам, ежедневно подвергающимся воздействию пыли, следует использовать противопыльные респираторы.

При склеивании или окраске подвергнутой термообработке древесины обязательно необходимо соблюдать соответствующие инструкции от производителей клея или краски.

6. Применение ThermoWood®

6.1. Работа

Распиливается обработанная по технологии ThermoWood® древесина так же, как и необработанная. Что касается сучков, особых разительных отличий замечено не было.

Работа с применением любого рода ручного инструмента – например, при распилке, сверлении отверстий и дроблении – несложна. Обработка наждачной шкуркой дает превосходные результаты, и сверлить отверстия даже при наличии сучков – легко.

Ввиду ломкости подвергнутой термообработке древесины особенно внимательным надлежит быть при обращении с ней. Падение может повредить кромки. Поднимать длинномерные части только за один конец нельзя.

Единственная проблема при работе с ручным инструментом - это пыль. Поскольку обработанная по технологии древесина обычно очень сухая, пыль получается тонкодисперсная и легко разлетается в воздухе. Наиболее оптимальным решением может быть высокоэффективная вытяжная система, но это зачастую невозможно; поэтому настоятельно рекомендуем использовать противопылевые респираторы.

6.2. Соединение

Гвоздевое соединение

Для забивания гвоздей рекомендуем специальный пневматический гвоздезабивной станок. Для того, чтобы отрегулировать глубину проникновения гвоздей, давление необходимо отрегулировать – см. приведенный ниже рисунок. Наилучшего результата можно достигнуть при использовании пневматического гвоздезабивного станка, позволяющего регулировать глубину проникновения.

Использование обычного молотка повышает риск раскалывания при контакте молотка с древесиной. Последние 2 – 3 мм длины гвоздя забиваются при помощи кернера.

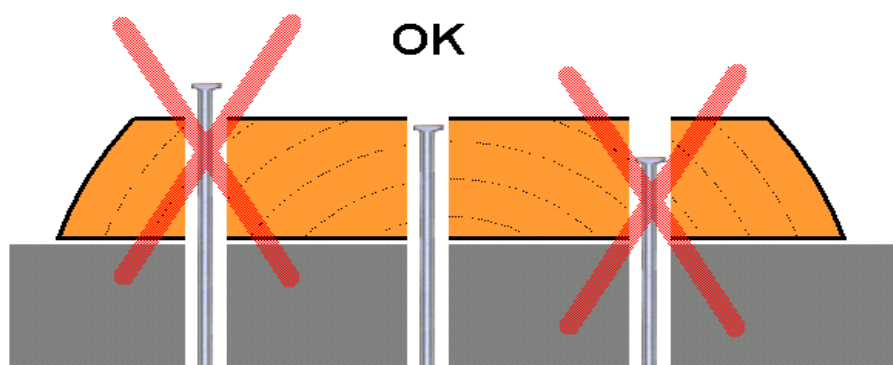


Рис. 1-6. Чертеж, показывающий правильную глубину проникновения гвоздя. Правильная глубина проникновения составляет около 1 мм ниже поверхности образца.

Типы гвоздей

Для снижения риска обесцвечивания древесины надлежит использовать гвозди из нержавеющей стали. Однако, если используется пневматический гвоздезабивной станок, гальванизированные гвозди также могут подойти, поскольку при этом нет контакта металла с металлом, который разрушает гальванизированную поверхность. Гальванизированные гвозди также будут наиболее оптимальным вариантом, если поверх облицовки наносится слой защитного покрытия. Для предотвращения раскалывания, наиболее подходящими будут гвозди с небольшой сферической головкой.

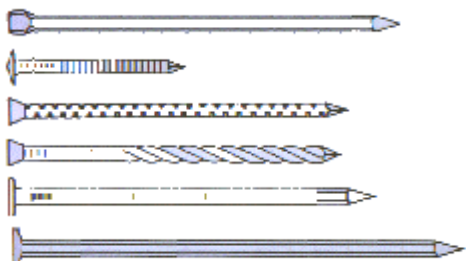


Рис. 2-6. Некоторые из подходящих типов гвоздей, при этом наиболее рекомендуемыми являются гвозди с небольшой сферической головкой, показанные сверху.

Винтовое соединение

Существенно важную роль играет предварительное сверление отверстий (близко к концам) и коническая зенковка, так же, как и при работе с твердыми породами дерева, MDF, или иными ломкими материалами. Винты из нержавеющей стали с потайными головками являются наиболее оптимальным вариантом для наружного применения или для применения во влажной среде. Для обеспечения наиболее оптимального уровня фиксации лучше всего подходят винты с резьбой крупного шага. Самонарезающие винты можно применять с обработанной по технологии ThermoWood® древесиной без предварительного просверливания отверстий.



Рис. 3-6. Самонарезающий винт.

6.3. Склеивание в цеховых условиях

При склеивании материалов ThermoWood® надлежит в точности следовать соответствующим инструкциям изготовителей клеевых составов. В Приложении 1 изложены рекомендации от одного из производителей.

В отношении склеивания результат будет лучше с древесиной, обработанной при более низких температурах, как, например, класс технологии ThermoWood® для внутренних конструкций. При сборке нельзя сильно надавливать, поскольку материал более ломок, чем необработанная древесина.

Подвергнутая термообработке древесина медленно поглощает воду и клеящие составы на водной основе, как, например, ПВА. Поэтому при использовании клеящих составов на

водной основе приходится держать материал прижатым дольше. Некоторые клеящие составы ПВА могут вызвать некоторые осложнения, например, существенно увеличить время сушки, поскольку вода должна быть полностью абсорбирована древесиной, т.е. отвердевание/схватывание клея зависит от способности древесины к водопоглощению. При работе с клеящими составами ПВА содержание воды в клее должно быть сведено к минимуму.

По имеющимся данным полиуретановые клеящие составы хорошо работают с обработанной по технологии ThermoWood® древесиной. Хотя все испытания, проведенные с полиуретановыми клеящими составами, были успешны, надлежит учитывать, что реакция отвердевания/схватывания полиуретанового клея предусматривает присутствие воды. Вода может поглощаться либо из древесины, либо из окружающего воздуха. Необходимое количество влаги зависит от клея, но если и воздух, и древесина очень сухие, весьма высока вероятность плохого склеивания.

Клеящие составы химического отверждения, как, например, меламино-формальдегидные или резорцино-формальдегидные полимеры, предусматривают неизменное время сушки и параметры склеивания.

Как во всех остальных случаях при склеивании древесины, надлежит уделять внимание соблюдению правильных условий при работе с древесиной, обработанной по технологии ThermoWood®, это температура древесины, содержание влаги и чистота поверхности.

6.4. Обработка поверхности

Как правило, в качестве основы для обработки поверхности обработанная по технологии ThermoWood® древесина аналогична обычной древесине. Однако технологический процесс ThermoWood® влияет на некоторые свойства, относящиеся к обработке поверхности. Пониженная равновесная влажность древесины улучшает ее прочность, а это в свою очередь снижает риск растрескивания и шелушения покрытия поверхности при изменении окружающих условий. Системы обработки поверхности на водной основе предполагают более длительное время сушки/абсорбции ввиду того, что способность подвергнутой термообработке древесины к водопоглощению понижается наряду с равновесным содержанием влаги. Поскольку высокая температура обработки удаляет из древесины смолы, сучки особых процедур при обработке поверхности не требуют.

Без обработки поверхность древесины ThermoWood® ведет себя так же, как и поверхность необработанной древесины. Под воздействием ультрафиолетового излучения поверхность обесцвечивается, появляются микроскопические трещины, поверхность приобретает состарившийся вид. Для сохранения оригинального цвета и качества поверхности рекомендуется обработка поверхности. Если грунт наносится вручную, наилучшие результаты обработки поверхности получаются при использовании масляных красок. Если материал поступил с уже нанесенным грунтом, соответствующий верхний защитный слой можно без каких-либо проблем нанести вручную кистью с применением либо масляных красок, либо красок на водной основе в зависимости от типа грунта и рекомендаций изготовителя.

Для предотвращения изменения цвета применяемое для обработки поверхности покрытие должно содержать пигмент. В большинстве случаев обработка поверхности производится при помощи прозрачного консервирующего состава с коричневым пигментом, который добавляется в соответствии с оригинальным цветом подвергнутой термообработке древесины. В результате обычно получается более темный оттенок. Различные виды обработки поверхности имеют различные интервалы для технического обслуживания и ремонта. Чем больше используется пигмента, тем дольше интервал. Если используется матовая краска, оригинальный цвет и свойства обработанной по технологии ThermoWood® древесины выражены не ярко.

Рекомендуется материалы обработать еще раз перед установкой с нанесением окончательного защитного слоя после установки. Если для обработки поверхности используются составы на основе растительных масел, рекомендуется включить противогрибковые добавки.

При проведении обработки поверхности древесины ThermoWood® обязательно в точности соблюдать соответствующие инструкции изготовителей.

6.5. Применение ThermoWood® для саун

Ввиду высокой гигиеничности, цвета и пониженной теплопроводности обработанная по технологии ThermoWood® древесина прекрасно подходит для саун. Однако быстрые циклы увлажнения и высушивания в высокотемпературной среде могут вызвать растрескивание полок на торцах. Во избежание этого рекомендуем защитить торцы маслом, воском или лаком.

6.6. Техническое обслуживание

Различные виды обработки поверхности предусматривают различные интервалы для технического обслуживания и восстановительного ремонта. Чем больше используется пигмента, тем дольше интервал. Если используется матовая краска, оригинальный цвет и свойства обработанной по технологии ThermoWood® древесины выражены не ярко. У пигментосодержащих прозрачных защитных покрытий такие интервалы приблизительно в два или в три раза дольше по сравнению с не содержащими пигмент. Кроме того, матовая краска предполагает интервалы в два раза дольше, чем пигментосодержащие прозрачные краски.

Воздействие окружающей среды и климат оказывают решающее влияние на долговечность защитного покрытия поверхности. Ультрафиолетовое излучение и влага являются основными проблемами, с которыми борется защитное покрытие поверхности. Эти факторы означают, например, что южная сторона здания требует большего ухода, чем северная. Кроме того, в условиях континентального климата защитные покрытия поверхностей у зданий более долговечны по сравнению с условиями морского климата.

Для обеспечения максимально эффективных эксплуатационных характеристик покрытия и во избежание повреждений поверхности надлежит ежегодно чистить и проверять – с незамедлительным ремонтом дефектов.

Всякий раз необходимо следовать соответствующим инструкциям производителей краски.

6.7. Охрана здоровья и безопасность труда

Существенных различий в вопросах охраны здоровья и безопасности труда при работе с обработанной по технологии ThermoWood® древесиной и с обычной древесиной, как мягкими, так и твердыми породами, нет. Однако существует два четких различия : запах материала и пыль.

Древесина ThermoWood® имеет запас дыма, который, по-видимому, исходит от химических компонентов, именуемых фурфуралами. Хотя запах легко различим и, по-видимому, является более сильным, чем у необработанной древесины, летучие органические соединения, выделяемые прошедшей термообработку древесиной, являются всего лишь фракциями компонентов обычной сосны.

Токсичных или вредных компонентов в древесине, обработанной по технологии ThermoWood®, не обнаружено. Такая древесина была даже испытана как заменитель

кости. Однако при попадании щепок под кожу их необходимо удалить как можно скорее, как в случае с обычной древесиной.

Частицы пыли, получающиеся от термообработки ThermoWood® , имеют меньший размер по сравнению с пылью от обычной древесины. Эту пыль можно сравнить с MDF (хотя плотность ниже) или с пылью от твердых пород дерева. Пыль может вызвать проблемы для людей, страдающих астмой. По изложенным выше причинам необходимо уделять должное внимание обеспечению соответствующих вытяжных систем.

Если вытяжной системы недостаточно, следует использовать противопыльные респираторы.

При склеивании или окраске подвергнутой термообработке древесины обязательно необходимо соблюдать соответствующие инструкции от производителей клея или краски.

7. Обработка и хранение

7.1. Общие сведения

Подвергнутая термообработке по технологии ThermoWood® древесина должна храниться в сухом месте. Поскольку никакого особого температурного режима для хранения не предусмотрено, охлаждаемые складские помещения также подходят для хранения такой древесины. Изделия надлежит тщательно укрывать или хранить в крытых складских помещениях.

Упаковки хранятся в горизонтальном положении, при этом количество опор должно быть достаточным для того, чтобы не допустить деформации нижних досок, при этом контакт с землей должен быть полностью исключен.

Перед применением или дальнейшей работой, предусматривающей склеивание и/или обработку поверхности, материалу необходимо дать достаточно времени для «закаливания» при соответствующей температуре согласно рекомендациям изготовителей. При поднятии упаковок с обработанной древесиной краном, при помощи вильчатого погрузчика или иного аналогичного устройства захватный механизм необходимо отрегулировать на максимальное расстояние из-за несколько пониженного предела прочности материала при изгибе.

Упаковка вскрывается только непосредственно перед применением продукции.

7.2. Остатки и брак

Подвергнутая термообработке по технологии ThermoWood® древесина является натуральным продуктом без каких бы то ни было химических добавок. Если клей или лакокрасочные покрытия не используются, такая древесина может быть утилизирована так же, как и обычная.

Такую древесину можно жечь. Она дает при этом приблизительно на 30% энергии меньше, чем необработанная древесина, поскольку большая часть энергонесущих экстрактивных веществ была выведена в ходе технологического процесса термообработки. При горении такой древесины пламя меньше, также меньше дыма и вредных газов – в силу описанных выше факторов. Воспламеняемость, как правило, лучше из-за более низкого уровня равновесной влажности древесины; т.е. древесина суше. Существенной разницы в составе дыма при горении прошедшей термообработку древесины и обычной нет.

Укладка на поддоны или в брикеты также возможна при условии использования обычных опилок, при этом опилки используются от обычной древесины – ввиду сухости и недостаточного содержания смол древесины, обработанной по технологии ThermoWood.

Утилизация. Изделия из обработанной по технологии ThermoWood® древесины можно выбрасывать на обычную мусорную свалку – они нетоксичны.

8. Наиболее часто задаваемые вопросы

1. Можно ли подвергать термообработке различные породы дерева?

Производство и применение и мягких, и твердых пород дерева, таких как: сосна, ель, береза и осина - дали весьма положительные результаты.

2. Как долго длится действие технологии термообработки ThermoWood®?

Хотя свидетельств опыта долгосрочного применения технологии термообработки древесины ThermoWood® пока нет, испытания показали, что устойчивость материала к разрушению или гниению намного превосходит устойчивость необработанной древесины и равна устойчивости многих из тропических твердых пород. Кроме того, хорошая формоустойчивость увеличивает долговечность древесины. На срок службы влияют многие факторы, помимо устойчивости к разрушению, такие как: уровень обслуживания и ухода, особенно в отношении обработки поверхностей, а также общая амортизация и износ. Изложенные в данном справочнике указания также призваны помочь увеличить долговечность продукции.

3. Каковы гарантии ?

Хотя никаких особенных гарантий на продукцию непредусмотрено, проведенные рядом независимых исследовательских институтов испытания в отношении ресурса прочности показали стабильно положительные результаты.

4. Почему подвергнутая термообработке ThermoWood® древесина сохраняет ресурс прочности при том, что содержание смол и экстрактивных веществ сведено на нет?

Долговечность подвергнутой термообработке древесины основывается на изменениях химического состава древесины. Гемиллелюлоза древесины (сахарозные составляющие) разрушается, не оставляя для грибка никакой питательной среды.

5. Добавляются ли при обработке какие-либо химикаты?

Технология термообработки древесины ThermoWood® не предусматривает применения никаких химических веществ; необходимы только энергия и пар. Поэтому утилизация подвергнутой термообработке ThermoWood® древесины по окончании соответствующего срока службы осуществляется так же, как в случае обычной древесины.

6. Можно ли использовать прошедшую термообработку древесину в контакте с землей?

Результаты показали, что даже при контакте с землей такая древесина не разрушается и не гниет; однако, будучи постоянно погруженной в воду, или при контакте с сильно влажной почвой, она утрачивает свои прочностные характеристики в силу определенных химических реакций. Механизм этого пока не выявлен, требуются дальнейшие исследования. Поэтому рекомендуется не использовать подвергнутую термообработке древесину при продолжительном непосредственном контакте с влажной почвой.

7. Какая обработка поверхности требуется для наружного применения ?

Обработанную по технологии ThermoWood® древесину можно применять для наружных конструкций без обработки поверхности, но это приведет к обесцвечиванию поверхности, как это происходит с обычной древесиной. Тип обработки поверхности варьируется в зависимости от конечного назначения продукции. Продукция, предусматривающая оригинальный внешний вид ThermoWood®, обрабатываются прозрачной краской, содержащей коричневый пигмент.

8. Вреден ли запах, выделяемый при термообработке древесины по технологии ThermoWood®?

Испытания показали, что никаких вредных веществ при данном технологическом процессе не выделяется, однако запах понравится не всякому.

9. Исчезает ли запах впоследствии ?

В случае обработке поверхности изделий, прошедших термообработку по технологии ThermoWood®, запас исчезнет безвозвратно. Если технология ThermoWood применяется без обработки поверхности, запас постепенно рассеивается, пока не станет едва различимым только с очень близкого расстояния.

10. Можно ли клеить обработанную по технологии ThermoWood® древесину ?

Практический опыт показал, что это возможно с использованием любых клеящих составов. В случае использования клея на водной основе, как, например, «PVAc» для расчета времени сушки обязательно учитывается пониженная способность такой древесины к водопоглощению. В случае использования именно клея «PVAc» надлежит в точности соблюдать инструкции изготовителя в отношении используемого продукта и его использования с обработанной по технологии ThermoWood® древесиной.

11. Можно ли использовать подвергнутую термообработке древесину для несущих конструкций ?

До настоящего времени испытания на прочность проводились на небольших по размеру бездефектных образцах. Необходимы дальнейшие испытания на более крупных по размеру образцах с различным числом и разнообразными типами сучков. Ввиду недостаточности информации мы пока **НЕ** рекомендуем применять технологию термообработки древесины ThermoWood® для несущих конструкций.