

С.А. Бондарь

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ (ТЕРМОМОДИФИКАЦИЯ) ПО ТЕХНОЛОГИИ «ЭНЕРГИЯ- СТАВРОПОЛЬ».

Термомодифицированная древесина (термообработанная древесина, термодревесина, термодоска, ТМД). Сравнительно новый продукт на российском рынке. Благодаря своим свойствам и очень привлекательному внешнему виду она пользуется спросом на рынке при своей достаточно высокой цене. В тоже время себестоимость её производства незначительна по сравнению с рыночной ценой- всего (25-30)%. Срок окупаемости наших производственных установок с учётом затрат на энергоносители, заработной платы персонала, накладных расходов и налогов составляет от полугода до девяти месяцев непрерывной работы при условии их полной загрузки.

Термическая обработка древесины (т.н. термомодификация древесины- ТМД, получение термодревесины или термодоски) по технологии и на установках ООО «Энергия- Ставрополь» проводится либо для загружаемой в камеру уже предварительно высушенной древесины, либо как дополнительный этап сразу же после завершения процесса сушки изначально влажного пиломатериала без его перезагрузки в той же (*изначально специально для этого оборудованной- применяются термостойкая теплоизоляция, герметики и уплотнители, внутренняя нержавеющая обшивка, вынесение электродвигателей привода вентиляторов наружу и др.*) конвективной камере сушки пиломатериала, имеющей функцию термообработки. Стоимость оборудования, сроки и себестоимость получения готового продукта при этом как минимум вдвое меньше таковых по сравнению с традиционным способом, при котором пиломатериал предварительно высушивается в сушильной камере, выгружается на склад, а затем подвергается термообработке в камере ТМД. В этом случае необходимы две камеры (т.е стоимость оборудования, энерго- и трудозатраты, а также продолжительность процесса будут ориентировочно в два раза выше). Кроме этого, в нашем варианте из технологической цепочки исключаются процесс перезагрузки и промежуточное складирование.

Сушка и последующая ТМД производится в бескислородной среде продуктов сгорания природного или сжиженного (СУГ) газа.

Сушка- в диапазоне влажности древесины «w» от начальной $w_{нач} \geq 60\%$ до конечной $w_{кон} \leq 8\%$ - продолжительность процесса- « $t_{суш}$ » для пиломатериала толщиной- «S» при S=50 мм составляет:

- твёрдолиственные породы – « $t_{суш}^{ТВ.Л}$ »- до 15 сут (дуба- « $t_{суш}^{ДУБ}$ »- до 24 сут);
- хвойные- « $t_{суш}^{ХВ}$ »- до 7 сут.

Для пиломатериала толщиной S=25 мм- время сушки в два раза меньше.

Температура « $t_{суш}$ » агента циркуляции в процессе сушки- изменяется как функция от значения его относительной влажности « ϕ » в соответствие с графиком $t_{суш} = t(\phi)$ в возможном диапазоне от $t_{суш}^{МИН} = 50^\circ\text{C}$ вплоть до $t_{суш}^{МАКС} = 100^\circ\text{C}$ для некоторых режимов. Относительная влажность « ϕ » агента сушки на начальном её этапе естественным образом поддерживается на уровне $\phi_{нач} = 100\%$, далее она плавно снижается до $\phi_{кон} = 25\%$ и менее. Процесс сушки осуществляется по технологии, разработанной ООО "Энергия-Ставрополь" для безкалориферных конвективных камер сушки пиломатериала периодического действия:

- с открытой камерой сгорания- для случая применения в качестве энергоносителя природного или сжиженного газа;

- с закрытой камерой сгорания- для случая применения дизельного топлива.

Качество высушенного по разработанным режимам пиломатериала полностью соответствует требованиям ГОСТ для столярно-мебельного производства. Режимные сроки сушки $\tau_{\text{реж}}$ не превышают рассчитанных $\tau_{\text{расч}}$ для этих сортиментов в соответствие с исходными продолжительностями $\tau_{\text{исх}}$ и коэффициентами A_i , приведёнными в «Руководящих технических материалах по технологии камерной сушки пиломатериалов» по режимам низкотемпературного процесса в паровоздушных камерах периодического действия [1].

Термообработка (термомодификация, ТМД)- продолжительность « $\tau_{\text{ТМД}}$ » этого этапа может достигать 24-96 часов в зависимости от породы древесины, толщины доски и требуемой степени структурных изменений материала. Температура « $t_{\text{ТМД}}$ » агента циркуляции при ТМД- изменяется с течением времени « t » в соответствие с графиком $t_{\text{ТМД}} = t(\tau)$ в диапазоне от $t_{\text{ТМД}}^{\text{нач}} = 100^\circ\text{C}$ до $t_{\text{ТМД}}^{\text{кон}} = 180^\circ\text{C}$ - и может для некоторых режимов и пород достигать $t_{\text{ТМД}}^{\text{макс}} = 220^\circ\text{C}$. При этом диапазон температур до 160°C соответствует начальной стадии процесса термомодификации с низким выходом летучих компонентов и незначительными цветовыми изменениями, диапазон свыше 170°C отличается повышенным выходом летучих продуктов термодеструкции древесины и явным изменением цветовой гаммы древесинного материала. В случае применения второго температурного диапазона проявляется усиление характерного запаха отходящих выхлопных газов. При этом рекомендуется использовать специально разработанные нами установки для дожигания продуктов термодеструкции пиломатериала в отходящих газах. Термообработка проводится также по нашей технологии "Энергия-Ставрополь ТМ".

При термообработке древесина испытывает внутренние термохимические превращения и в результате приобретает повышенную стойкость к воздействию влаги, насекомых, грибков и микроорганизмов, однако становится более хрупкой и склонной к раскалыванию. Термообработанный пиломатериал хорошо сохраняет геометрические размеры в изделиях, меньше рассыхается и растрескивается на открытом воздухе, имеет уменьшенное поглощение влаги из окружающей среды. Эти благоприобретённые полезные качества (как, впрочем, и снижение прочности на скалывание) обусловлены теми изменениями в химическом составе и строении клеточных стенок, которые происходят под воздействием высоких температур на древесное волокно. Наибольшее применение ТМД находит в производстве погонажных изделий (особенно для использования при наружной отделке): половой доски, террасной доски, паркетной доски, вагонки, евроштакетника, планкена, палубной доски, садового паркета и т.п. Зачастую использование термомодифицированной древесины (или просто- термодревесины, термодоски) обуславливается её эстетической привлекательностью и декоративностью. В термомодифицированном пиломатериале отчётливо проявляется структура древесины за счёт её богатой цветовой палитры. Визуальным проявлением проходящих в процессе ТМД изменений структуры и химического состава древесины является изменение её цвета по всей толщине сортимента. Цветовая гамма ТМД (от естественной до тёмно-коричневой окраски) определяется в основном продолжительностью « $\tau_{\text{ТМД}}$ » и конечной температурой « $t_{\text{ТМД}}^{\text{кон}}$ » термообработки- от 150° до 220°C . Проведение в наших камерах сушки и ТМД в условиях постоянства температуры во всех точках штабеля за счёт равномерной мощной циркуляции агента сушки, создаваемой маршевыми вентиляторами, обеспечивает уникальную однородность достигаемых структурных и цветовых изменений исходного пиломатериала, а обязательное использование штабельных прижимов в исполнении ж/б плиты или пружинных стяжек штабеля на общее усилие до 3-4 тн – отсутствие

коробления и других деформаций. При необходимости в процессе ТМД допускается также подача в камеру через распылители необходимого количества воды для получения технологического пара.

Вопреки множеству мифов присутствие пара не сказывается на протекании и результатах процесса ТМД. Проницаемость древесины для газов крайне мала и за время протекания процесса ТМД 1-4 сут. внутренние слои даже «не догадываются» о составе наружной среды и реагируют только на повышение температуры. Повышенная температура вызывает частичную деструкцию материала и соответственно- движение к поверхности потока образовавшихся пиролизных газов и водяного пара от испарения остаточной влаги древесины. Поток газов дополнительно блокирует влияние внешней среды на протекание процесса ТМД. Темп изменения температуры при термомодификации влияет на скорость «досушки» древесины и обусловленные ею напряжения в центральных слоях сортамента. Правильная технология ТМД ограничивает возникающие напряжения ниже опасных значений. Безкислородная среда в сочетании с наличием дополнительного пара обеспечивает лишь пожарную безопасность внутри камеры при режимах с температурами 180°C и выше.

Пожарная безопасность штабеля, выкатываемого на открытый, богатый кислородом, воздух, обеспечивается применением одной из нижеперечисленных мер: подача в камеру азота или углекислого газа с целью вытеснения из внутреннего объёма камеры горючих газов- продуктов термической деструкции древесины, проливка водой из технологических трубопроводов штабеля перед его выкатыванием внутри камеры, наружная проливка штабеля водой из брандспойтов.

Использование в качестве энергоносителя природного газа или СУГ обеспечивает низкие удельные затраты на единицу продукции и полную автоматизацию процесса, а в случае СУГ- независимость от газоснабжающих и контролирующих организаций. Расходы на сушку и дальнейшую термомодификацию 1 куб.м. твёрдолиственной древесины толщиной 50 мм составляют:

- для СУГ- 40 кВт*час электроэнергии плюс 40 л пропана- себестоимость около 1000 руб/ТМДкуб.м;

- для магистрального газа- 40 кВт*час электроэнергии плюс 50 куб.м природного газа- себестоимость около 400 руб/ТМДкуб.м.

Для газоснабжения при использовании СУГ используется рампа низкого давления (3 кПа) на 10-15 баллонов по 50 л пропана, присоединяемых к рампе через малогабаритные регуляторы давления РДГ-6 (т.н «лягушки»).

Сушка с последующей ТМД по технологии от ООО «Энергия-Ставрополь» производится в наших камерах полной заводской готовности. Установки включают в свой состав: маршевые вентиляторы, теплогенератор с открытой (для природного газа или СУГ) или закрытой (дизельное топливо) камерой сгорания, систему воздухообмена, шкаф управления на базе программируемого контроллера с возможностью подключения к ПК непосредственно или дистанционно. Пружинные стяжки штабеля на общее усилие 2-3 тн или прижим в виде ж/б плиты весом 3-4 тн (как один из вариантов исполнения системы сохранения геометрии верхних слоёв древесины- применяется только для контейнерных камер) обеспечивают отсутствие коробления пиломатериала при сушке. По заказу возможно исполнение теплогенератора с электрическим нагревом. В качестве опций нами предлагаются: устройство для GSM- оповещения о возникновении нештатных ситуаций в работе камер и устройство для удалённого доступа к управлению технологическим процессом через интернет.

Сушильные камеры для пиломатериала с функцией последующей его термомодификации без перезагрузки предназначены для:

- наружной установки- изготавливаются на базе 20 фут/6 м контейнера- «Энергия-Ставрополь ТМ 9», объём загрузки- до 9 куб.м, месячная производительность в доске 50 мм твёрдых лиственных пород- до 18 ТМДкуб.м/мес. Стоимость- 1,65 млн.руб;

- наружной установки- изготавливаются на базе 40 фут/12 м контейнера- «Энергия-Ставрополь ТМ 18», объём загрузки- до 18 куб.м, месячная производительность в доске 50 мм твёрдых лиственных пород- до 36 ТМДкуб.м/мес. Стоимость- 2,65 млн.руб (плюс 100 тыс.руб к базовой цене для варианта исполнения при работе на дизтопливе);

- внутренней установки- «Энергия-Ставрополь ТМ 5 мини», объём загрузки- до 5 куб.м, месячная производительность в доске 50 мм твёрдых лиственных пород- до 10 ТМД куб.м/мес. Стоимость- 1,35 млн.руб.

В этих камерах возможно также проведение только сушки пиломатериала или только термообработки сухого пиломатериала. Месячная производительность в доске 50 мм твёрдых лиственных пород:

- только сушка: «Энергия-Ставрополь ТМ 9»- до 23 сух.куб.м/мес, «Энергия-Ставрополь ТМ 18»- до 45 сух.куб.м/мес, «Энергия-Ставрополь ТМ 5 мини»- до 13 сух.куб.м/мес;

- только термообработка: «Энергия-Ставрополь ТМ 9»- до 65 ТМДкуб.м/мес, «Энергия-Ставрополь ТМ 18»- до 125 ТМДкуб.м/мес, «Энергия-Ставрополь ТМ 5 мини»- до 35 ТМДкуб.м/мес;

В доске 50 мм хвойных пород (или в доске 25 мм твёрдолиственных пород)- производительность камер в два раза выше.

Камеры наружной установки комплектуются внешними рельсовыми путями и подштабельными тележками. При наличии подготовленной площадки для камер наружной установки размером 24x2,5 м (для «Энергия-Ставрополь ТМ 18») или размером 14x2,5 м (для «Энергия-Ставрополь ТМ 9») и подведённых газовых и электрических коммуникаций (380 В; 4,5 кВт- для «Энергия-Ставрополь ТМ 18»; 2,0 кВт- для «Энергия-Ставрополь ТМ 9») время, необходимое для запуска установок в эксплуатацию, составляет 1-3 сут.

Площадка для размещения камеры внутренней установки «Энергия-Ставрополь ТМ 5 мини» имеет размеры 8x3 м, высота потолков- 3,8 м, электрическое подключение- 380 В; 1,0 кВт. Время, необходимое для запуска установки в эксплуатацию- 1-2 сут.

Благодаря своим свойствам и очень привлекательному внешнему виду термодревесина пользуется спросом на рынке при своей достаточно высокой цене. В тоже время сроки и себестоимость её производства по нашей технологии незначительно (максимум на 20%) превышают таковые для простого сухого пиломатериала той же породы. По сравнению с рыночной ценой- это всего (20-30)%. Стоимость нашей конвективной сушильной камеры с функцией термообработки «Энергия-Ставрополь ТМ» больше на те же (20-30)% относительно обычной сушилки «Энергия-Ставрополь», при этом необходимость в приобретении оборудования для ТМД вообще отпадает.

Срок окупаемости производственных установок «Энергия-Ставрополь ТМ» с учётом затрат на энергоносители, заработной платы персонала, накладных расходов и налогов составляет от полугода до девяти месяцев непрерывной работы при условии их полной загрузки.

Наш сайт: сушкалеса.рф.

Литература:

1.Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки пиломатериалов. Архангельск. 1985.

2.Бондарь С.А. Безкалорифная конвективная камера периодического действия для сушки древесины в среде продуктов сгорания сжиженного или природного газа. Журнал Леспроминформ, №2, 2015г.



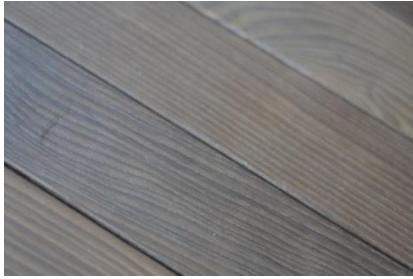
Камера «ЭнергияТМ5мини».



Камера «ЭнергияТМ9».



Камера «ЭнергияТМ18».



Половая доска из ясеня.