

С.А. Бондарь

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

Термическая обработка древесины (т.н. термомодификация древесины- ТМД, получение термодревесины или термодоски) по технологии и на установках ООО «Энергия- Ставрополь» проводится при необходимости как дополнительный этап сразу же после завершения процесса сушки пиломатериала без его перезагрузки в той же (изначально специально для этого оборудованной- применяются термостойкие 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 (газового потока) относительной влажности « φ » в соответствие с графиком $t_{суш} = t(\varphi)$ 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 $\varphi_{нач} = 100\%$, далее она плавно снижается до $\varphi_{кон} = 25\%$ и менее. Процесс сушки осуществляется по технологии, разработанной ООО "Энергия-Ставрополь" для безкалориферных конвективных камер сушки пиломатериала периодического действия:

- газовых с открытой камерой сгорания- для случая применения в качестве энергоносителя природного или сжиженного газа;
- паровоздушных с закрытой камерой сгорания- для случая применения дизельного топлива.

Качество высушенного по разработанным нами режимам сушки пиломатериала полностью соответствует требованиям ГОСТ для столярно-мебельного производства. Режимные сроки сушки $\tau_{реж}$ не превышают рассчитанных $\tau_{расч}$ для этих сортментов в соответствие с исходными продолжительностями $\tau_{исх}$ 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 « $t_{ТМД}$ » этого этапа может достигать 24-96 часов в зависимости от породы древесины, толщины доски и требуемой степени структурных изменений материала. Температура « $t_{ТМД}$ » агента циркуляции при ТМД- изменяется с течением времени « t » в соответствие с графиком $t_{ТМД} = t(\tau)$ в диапазоне от $t_{ТМД}^{нач} = 100^{\circ}\text{C}$ до $t_{ТМД}^{кон} = 180^{\circ}\text{C}$ - и может для некоторых пород достигать $t_{ТМД}^{макс} = 200^{\circ}\text{C}$. 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, грибов и микроорганизмов, однако становится более хрупкой и склонной к раскалыванию. Термообработанный пиломатериал хорошо сохраняет геометрические размеры в изделиях, меньше высыхает на открытом воздухе, имеет уменьшенное поглощение влаги из окружающей среды. Ещё одно немаловажное качество термомодифицированной доски- значительно (в разы) меньшая горючесть по сравнению с обычной сухой. Все 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 сортамента. Цветовая гамма ТМД (от естественной до тёмно-коричневой окраски) определяется в основном продолжительностью « $t_{ТМД}$ » и конечной температурой « $t_{ТМД}^{кон}$ » термообработки- от 150° до 200°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 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 на этом этапе и обусловленные ею растягивающие 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 при режимах с температурами 180°C и выше.

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.

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- 1,5 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- 2,5 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- 1,0 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 24х2,5 м (для «Энергия-Ставрополь ТМ 18») или размером 14х2,5 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 8х3 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. Безкалорифеная конвективная камера периодического действия для сушки древесины в среде продуктов сгорания сжиженного или природного газа. Журнал Леспромформ, №2, 2015г.



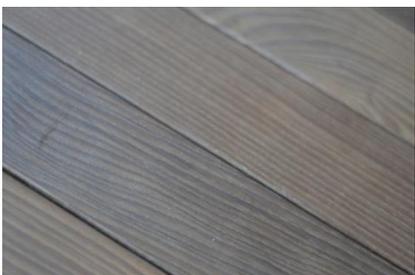
Камера «ЭнергияТМ5мини».



Камера «ЭнергияТМ9».



Камера «ЭнергияТМ18».



Половая доска из ясеня.