

УДК 674.04

Болотских Николай Николаевич, канд. техн. наук, доцент. Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА), г. Харьков, Украина, ул. Сумская, 40, Харьков, Украина, 61002, тел. 706-19-01

ИНФРАКРАСНЫЙ СПОСОБ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

Описаны эффективные технологии и технические средства инфракрасного способа сушки древесины.

Ключевые слова: инфракрасный способ, сушка древесины, электрический нагреватель.

Болотських Микола Миколайович, канд. техн. наук, доцент. Харківський національний університет будівництва та архітектури (ХНУБА), м. Харків, Україна, вул. Сумська, 40, Харків, Україна, 61002, тел. 706-19-01

ИНФРАЧЕРВОНИЙ СПОСІБ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ

Описані ефективні технології та технічні засоби інфрачервоного способу сушіння деревини.

Ключові слова: інфрачервоний спосіб, сушіння деревини, електричний нагрівач.

Bolotskykh Nikolay Nikolaevich, Cand. Sc. (Eng), P. A., Kharkov national University of Civil engineering and Architecture (KHNUA), Kharkov, Ukraina, Sumskaia st., 40, Kharkov, Ukraina, 61002, tel. 706-19-01

INFRARED METHOD OF DRYING OF WOOD

Effective technologies and technical equipments of infrared method of drying of wood are described.

Keywords: infrared method, drying of wood, electric heater.

Введение

В процессе производства различных изделий из древесины одной из главных технологических операций является ее сушка. От ее эффективности в значительной степени зависит качество и стоимость выпускаемой конечной продукции. На практике для сушки древесины используется несколько способов, из которых наиболее распространенным является конвективный. Однако, несмотря на это конвективный способ не гарантирует равномерного, качественного и экономного высушивания древесины. При его использовании достаточно высоко удельное потребление электроэнергии. Кроме того, в процессе сушки этим способом имеют место деформации и разрывы древесины (появление внутренних и торцовых трещин или раковин). Эти недостатки в большинстве случаев можно исключить при использовании для сушки древесины нового эффективного инфракрасного способа [1]. Для его реализации в последние годы созданы и успешно применяются различные технологии и агрегаты. Настоящая статья посвящается описанию наиболее эффективных технологий и технических средств инфракрасного способа сушки древесины.

Цель исследования

Расширение области применения новых эффективных инфракрасных систем сушки древесины для снижения расходов электроэнергии и повышения качества выпускаемой деревообрабатывающими предприятиями Украины продукции.

Результаты исследования

Практическая реализация инфракрасного способа сушки древесины в Украине и за рубежом в настоящее время осуществляется путем использования различных сушильных установок и агрегатов с длинноволновыми низкотемпературными электрическими нагревателями.

Накопленный опыт, преимущественно зарубежный, убедительно доказал эффективность и перспективность их дальнейшего применения. Основными элементами таких нагревателей являются: инфракрасная излучающая пленка [2], специальный терморегулятор и источник питания переменного электрического тока напряжением 220 В.

Инфракрасная излучающая пленка представляет собой нагреватель поверхностей, заламинированный с двух сторон специальным полимером (полиэстером). Внутри этой пленки находится медная токопроводящая фольга и контактирующие с ней углеродные нагревательные элементы, расположенные равномерно по всей поверхности. При изготовлении пленки углеродистая (карбоновая) паста наносится на полиэстер с технологической точностью менее 1 микрона, а сам процесс нанесения карбона производится при температуре 140 °С.

При подключении к пленке электрического тока карбоновые нагревательные элементы излучают электромагнитные волны дальнего инфракрасного спектра с длиной волны 5–20 мкм. За счет этого пленка разогревается до температур от 20 до 65 °С. Эта температура регулируется с помощью специального терморегулятора.

Рядом компаний и фирм в Украине и за рубежом с использованием таких инфракрасных нагревательных пленок созданы различные системы и агрегаты для сушки древесины. Некоторые из них в кратком изложении описываются ниже.

Компания ООО "НПП "РЕАТЕП" (Украина, г. Днепропетровск) для сушки любых пород древесины создала сушильную установку УСК-2010 (рис.1) [3].



Рис.1. Инфракрасная сушильная установка УСК-2010

Сушилка УСК-2010 представляет из себя камеру с размерами (длина×ширина×высота) 5,6×2×2 м. Эта камера изнутри облицована инфракрасными излучателями, внутри которых находится инфракрасная пленка. Снаружи излучатели накрыты металлическими пластинами. Кроме того, сушильная камера внутри оборудована системой вентиляции и перемешивания воздуха.

Принцип работы сушилки УСК-2010 заключается в инфракрасном прогреве древесины. Этот прогрев осуществляется инфракрасными излучателями, расположенными в облицовке камеры. Кроме того, для облегчения равномерного распределения лучистой энергии в штабелях древесины через несколько слоев материала дополнительно прокладываются излучатели. Таким образом, в камере древесина подвергается воздействию инфракрасного излучения от электрических пленочных нагревателей, расположенных снаружи и внутри штабеля. При прогреве влага выходит изнутри древесины наружу, образуя на ее поверхности испарину. Разница температуры в материале при этом составляет 5÷7°С. Система вентиляции и перемешивания воздуха внутри камеры снимает поверхностную влагу с материала, давая возможность дальнейшему прохождению инфракрасных лучей

внутри древесины, т.е. к внутренней влаге. Благодаря этому скорость отбора влаги увеличивается примерно в 2 раза по сравнению с конвективным способом сушки древесины.

Установка УСК-2010 характеризуется следующими параметрами:

Потребляемая мощность:

- системы нагрева – 35 кВт;
- двигателей системы перемешивания воздуха – 2 кВт;
- двигателей системы вентиляции – 2 кВт.

Средняя потребляемая мощность – 10÷15 кВт.

Средние удельные затраты электроэнергии – 4,7 кВт·час/м³/(% влажности).

Рабочий загружаемый объем древесины – 8÷10 м³.

Средняя продолжительность сушки древесины – 4-5 суток.

Рабочий цикл – полуавтоматический.

При эксплуатации сушилки на первом этапе нагрева до выхода на заданный температурный режим сушки максимальная потребляемая мощность составляет 35 кВт. По достижению требуемой температуры начинается второй этап сушки. При этом потребляемая мощность снижается до 15–17 кВт. На этапе высухания древесины (3–4 суток сушения) потребляемая мощность составляет около 10 кВт.

Сушильная установка УСК-2010 обеспечивает высококачественную сушку любых пород древесины до требуемой конечной влажности при сокращении времени сушки до 50% по сравнению с конвективными и конденсационными сушильными агрегатами. Кроме того, установка УСК-2010 обеспечивает сушку древесины в мягком низкотемпературном режиме. За счет этого достигается бездефектная сушка с сохранением физико-механических свойств древесины и ее цвета. Эти установки имеют низкое удельное потребление электроэнергии, просты в эксплуатации при минимальных затратах на их обслуживание.

Компания "ALL BIZ" (Украина, г. Херсон) для сушки древесины предлагает [4] строить инфракрасные сушилки с камерами, имеющими следующие геометрические параметры:

- длина – в зависимости от количества штабелей с расстояниями между ними не более 0,7 м;
- ширина – 3–3,2 м (с учетом внутреннего утепления);
- высота – в зависимости от высоты штабеля с расстоянием между ним и потолком не более 0,7 м.

По торцам таких камер с обеих сторон предусмотрены по два вентиляционных окна размером 200х200 мм со створками. Потолок и стены с помощью бруса утеплены "базальтом" толщиной 100 мм и закрыты влагостойким гипсокартоном. Сверху камеры для отражения тепловых лучей смонтирована рулонная алюминиевая фольга с бумажной основой. На стенах камеры на гипсокартоне с помощью деревянного бруса закреплена инфракрасная нагревательная пленка. Для предотвращения возможности механических повреждений (от удара доской) пленка закрыта листами черного металла, покрытыми специальной краской для обеспечения более эффективного инфракрасного излучения. Пол камеры сушилки покрыт оцинкованным железом толщиной не менее 0,5 мм.

При подключении электрического тока к инфракрасной пленке последняя нагревается и излучает тепло. Это тепло в свою очередь нагревает металлическую обшивку, которая затем лучистым путем передает тепло внутрь камеры, где находятся штабели с пиломатериалом. Процесс сушки ведется при температуре около 65°C. Сушка при такой температуре позволяет максимально сохранять структуру древесины, при этом ее волокна не "рвутся". Управление процессом сушки автоматизировано.

Описанные сушилки отличаются экономичностью. Время сушки древесины при их использовании не велико, а эксплуатационные затраты минимальны.

Для инфракрасной сушки пиломатериалов компанией "Теплый мир электро" (Россия) создан комплекс УКЛС-14-5 [5]. Процесс сушки в этом комплексе осуществляется с помощью специальных щитов (рис. 2) с закрепленными на них инфракрасными пленочными электронагревателями (ПЛЭН) [1].



Рис. 2. Общий вид щита с закрепленными на нем пленочными инфракрасными электронагревателями

Используемые в комплексе УКЛС-14-5 щиты имеют размер 2×3 м. Они собираются из деревянного бруска сечением 25×50 мм. Закрепленные на этих щитах ПЛЭНЫ имеют выводы кабеля для подключения их к сети электроснабжения.

Процесс сушки пиломатериалов с помощью комплекса УКЛС-14-5 осуществляется следующим образом. Подлежащие сушке пиломатериалы складываются в камере в штабели с соблюдением установленных расстояний между их рядами. Затем щиты вкладываются в верхние, средние и нижние проемы и подключаются к электрической сети. Правильное размещение щитов в камере позволяет оптимально распределять направление действия инфракрасных лучей.

Контроль процесса сушки, автоматическое поддержание температуры прогрева древесины, а также управление вытяжной вентиляцией (удаление влажного воздуха из помещения сушилки) осуществляются с использованием аппаратуры "ОВЕН". Пульт управления и автоматики комплекса УКЛС-14-5 может быть подключен к компьютеру с выводом параметров сушки на монитор.

Комплекс УКЛС-14-5 является универсальным. Его можно использовать для сушки древесины не только в специальных сушильных камерах, но и прямо в столярном цехе, гараже либо сарае. Простота комплекса УКЛС-14-5 позволяет при минимуме усилий использовать его для сушки древесины в домашних условиях, что важно для малого и среднего бизнеса. С его применением сокращаются расходы на электроэнергию в 2,5 раза по сравнению с конвективным способом.

Потребляемый расход электроэнергии за период сушки находится в пределах от 250 до 350 кВт/м³. Период сушки древесины до 6-8 % влажности составляет около 120 часов [1]. Описанные выше преимущества сушильного комплекса УКЛС-14-5 проверены опытом

успешной его эксплуатации в различных регионах России и Казахстана на протяжении последних 4 лет [5].

Компания "ИМПУЛЬС" (Россия) для сушки пиломатериалов разработала бескамерную инфракрасную кассетную сушилку ФлексиХИТ [6]. Эта сушилка представляет собой набор термоактивных кассет, внутри которых находится инфракрасная теплоизлучающая пленка. Термоактивные кассеты характеризуются следующими параметрами:

- размеры (длина×ширина×толщина) – 1,25×0,62×0,0015 м;
- потребное напряжение сети электрического тока – 220 В;
- потребляемая мощность – 300–500 Вт/м²;
- масса – не более 10 кг/м²;
- ресурс работы – не менее трех лет.

Бескамерная кассетная сушилка используется для сушки пиломатериалов как внутри различных помещений, так и на открытых площадках. На рис. 3 показана сушка пиломатериалов на открытой площадке.



Рис. 3. Инфракрасная сушка пиломатериалов на открытой площадке с помощью кассетной сушилки ФлексиХИТ

Технология сушки пиломатериалов с использованием кассетной сушилки ФлексиХИТ заключается в следующем. Древесина, подготовленная для сушки, укладывается в штабель, а кассеты располагают в нем в заранее определенной последовательности. Для того, чтобы обеспечивалась необходимая влажность внутри древесины при минимальных расходах электроэнергии штабель накрывают специальным материалом с отражающим (фольгированным) слоем типа армофол. Кроме того, такое покрытие необходимо для того, чтобы собирающийся конденсат стекал вне штабеля. Режим сушки пиломатериалов обеспечивается автоматически с помощью трехпозиционного термостата, который управляет работой кассет и задает необходимую температуру по слоям штабеля. Время сушки древесины может колебаться в пределах от 3 до 7 суток. Использование термоактивных кассет для сушки пиломатериалов отвечает всем установленным требованиям к качеству, что позволяет добиваться содержания влаги в высушенной древесине не более 8 %.

Выводы

1. Одним из наиболее эффективных способов сушки древесины является способ с использованием инфракрасного излучения. Этот инфракрасный способ обеспечивает равномерное и высококачественное высушивание материала, практически исключает появление таких дефектов как деформации или разрывы древесины при ее усушке, позволяет сокращать время сушки до 50 % и снижать расходы на электроэнергию в 2,5 раза по сравнению с конвективным способом.

2. Для сушки любых пород древесины наиболее эффективно применение инфракрасной сушильной установки УСК-2010, которая обеспечивает равномерное распределение тепловой энергии по всему объему штабеля, позволяет производить бездефектную сушку древесины с сохранением ее структуры, физико-механических свойств и цвета, имеет низкое удельное потребление электроэнергии, надежна, проста и экономична в эксплуатации.

3. Для сушки небольших объемов древесины, как в открытых, так и в закрытых помещениях, в том числе и в домашних условиях, могут быть использованы бескамерные инфракрасные сушилки с ПЛЭНами либо термоактивными кассетами.

Список использованной литературы:

1. Растениеводство, сушка древесины. Сушильные комплексы для пиломатериала. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.teploomsk.ru>. 2015. – 2 с.
2. Отопление теплиц с подогревом почвы. Украина: "ТЕПЛО ДАРЕЦЬ, відам тепло в добрі руки". [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://teplodarets.com.ua>. 2015. – 7 с.
3. Инфракрасная сушильная установка для всех типов древесины УСК-2010. Украина: компания "ALL BIZ". [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dnepropetrovsk.all.biz>. 2015. – 4 с.
4. Сушилки для древесины инфракрасные. Украина: компания "ALL BIZ". [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kherson.all.biz>. 2015. – 4 с.
5. Инфракрасная сушка пиломатериалов. Украина: "ПРИМТЕХНИК". [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://primtechnick.com.ua>. 2015. – 2 с.
6. Сушилки для пиломатериалов. СТБ - строительные технологии будущего. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://progrevbetona.ru>. 2015. – 2 с.

Referenses:

1. Rastenievodstvo, sushka drevesiny. Sushilnye komplekxy dlja pilomateriala. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.teploomsk.ru>. 2015. – 2 p.
2. Otoplenie teplic s podogrevom pochvy. Ukraina: "TEPLO DAREC", viddam teplo v dobri ruki". [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://teplodarets.com.ua/> 2015. – 7 p.
3. Infrakrasnaja sushil'naja ustanovka dlja vseh tipov drevesiny USK-2010. Ukraina: kompanija "ALL BIZ". [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://dnepropetrovsk.all.biz>. 2015. – 4 p.
4. Sushilki dlja drevesiny infrakrasnye. Ukraina: kompanija "ALL BIZ". [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://kherson.all.biz>. 2015. – 4 p.
5. Infrakrasnaja sushka pilomaterialov. Ukraina: "PRIMTEHNIK". [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://primtechnick.com.ua>. 2015. – 2 p.
6. Sushilki dlja pilomaterialov. STB - stroitel'nye tehnologii budushhego. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://progrevbetona.ru>. 2015. – 2 p.

Поступила в редакцию 21.05 2015 г.