

УДК 674.047

В.Г. Савенко, А.В. Савенко, Ю.П. Петрухин

Савенко Виктор Гаврилович родился в 1946 г., окончил в 1972 г. Брянский технологический институт, старший преподаватель Брянской государственной инженерно-технологической академии. Имеет более 100 печатных работы в области деревообработки.



Савенко Андрей Викторович родился в 1971 г., окончил в 1993 г. Брянский технологический институт, инженер в ЗАО НПО «Радиоавтоматика». Имеет 11 печатных работ по проблемам деревообработки.



Петрухин Юрий Петрович родился в 1950 г., окончил в 1972 г. Брянский технологический институт, доктор экономических наук, директор ООО «Адмирал». Имеет 16 печатных работ.



СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

Рассмотрена возможность автоматического регулирования процесса сушки пиломатериалов путем постепенного контроля влажностного и напряженного состояния древесины и соответствующего изменения режима сушки.

Ключевые слова: сушка древесины, автоматизированное управление, режимы сушки, пиломатериалы.

Качество сушки древесины является одним из основных факторов, влияющих на конечное качество продукции, ее надежную и долговечную эксплуатацию. Стоимость сушки древесины (пиломатериалов) сегодня сопоставима со стоимостью самих высушиваемых материалов, поскольку этот процесс относится к наиболее продолжительным и энергоемким. Материальные потери от неудовлетворительного качества сушки также существенны. В связи с этим проблема повышения качества сушки древесины, сокращения ее продолжительности и затрат энергии является актуальной.

Системы автоматического управления процессом сушки древесины призваны поддерживать заранее заданные параметры режимов. При этом

отсутствует обратная связь, которая могла бы вносить изменения в параметры режима сушки с учетом текущего состояния древесины. Например, по значениям послойной влажности, которая является основным фактором, влияющим на появление внутренних напряжений в древесине. Они приводят, в конечном итоге, к возникновению напряжений, короблению и разрушению материала (образование трещин).

К показателям качества сушки относят также среднюю конечную влажность древесины, равномерность влажности по толщине высушиваемого материала и объему штабеля, остаточные внутренние напряжения. Признаком удовлетворительного качества сушки является отсутствие видимых дефектов древесины, т. е. сохранение ее формы, целостности, естественных физико-механических свойств, в частности прочности.

Из всех выше перечисленных показателей собственно от режима сушки зависят только два: целостность древесины, обусловленная величиной полных внутренних напряжений в процессе сушки, и степень сохранения механических свойств, обусловленная уровнем и длительностью высокотемпературного воздействия на древесину при сушке. Если эти два показателя обеспечить за счет поддержания надлежащего режима сушки, то остальные показатели всегда можно довести до требуемого уровня за счет проведения следующих мероприятий: кондиционирующая обработка для получения заданной величины и равномерности конечной влажности, термовлагообработка для снятия остаточных напряжений, правильное формирование штабеля для предупреждения коробления.

Рекомендуя режим и технологию камерной сушки древесины до необходимых показателей ее качества, прежде всего, следует установить допустимый уровень температуры сушильного агента, обеспечивающий сохранение механических свойств материала. С учетом этого температурного уровня должен быть подобран режим сушки, при котором достигается максимально возможная интенсивность процесса с обеспечением целостности древесины.

Необходимость сохранения целостности высушиваемой древесины предъявляет к режимам камерной сушки древесины определенные требования. Возникающие при этом влажностные напряжения пропорциональны перепаду гигроскопической влажности. Этот перепад в начале сушки должен быть небольшим, что возможно только при поддержании достаточно высокой степени насыщенности сушильного агента. К концу сушки, когда влажность по сечению древесины начинает выравниваться, а полные внутренние напряжения меняют свой знак за счет остаточных деформаций, требуется, наоборот, поддерживать низкую степень насыщения сушильного агента, чтобы довести древесину до требуемой конечной влажности.

Таким образом, процесс сушки должен проводиться с увеличивающейся жесткостью. Жесткость, показателем которой может считаться психрометрическая разность, повышается лишь путем снижения степени насыщенности сушильного агента при постоянной температуре либо одновре-

менного снижения степени насыщенности сушильного агента и увеличения температуры.

Изменять в процессе сушки параметры сушильного агента (т. е. координировать режим сушки) логически наиболее правильно было бы в зависимости от соотношения между полными внутренними напряжениями и пределом прочности древесины.

В настоящее время не существует доступных методов количественного контроля полных напряжений при сушке древесины. Однако можно воспользоваться методом расчета, который основан на приближенном анализе одноосного напряженного состояния древесины в процессе сушки*. Высушиваемая древесина рассматривается состоящей из трех зон: двух поверхностных с влажностью выше предела гигроскопичности (гигроскопические зоны) и центральной.

Метод расчета полных напряжений позволяет получать напряжения в зависимости от влажности в различных слоях древесины и ее физико-механических характеристик с учетом температуры и влажности в конкретный период сушки.

Реологические показатели и предел прочности древесины заметно зависят от ее состояния. Численные значения этих показателей уменьшаются при повышении как температуры, так и влажности. Это снижение весьма существенно. В диапазоне температур от 20 до 100 °С и влажности от 4 ... 5 % до предела гигроскопичности крайние значения показателей различаются в несколько раз. Таким образом, режимы сушки, рекомендуемые в справочной литературе, не могут объективно учитывать состояние высушиваемой древесины.

Взяв за основу методику определения внутренних напряжений, возникающих при сушке древесины, мы предложили способ управления этим процессом, основанный на послойном измерении текущей влажности и температуры высушиваемого материала.

Суть способа управления процессом сушки древесины заключается в следующем (см. рисунок).

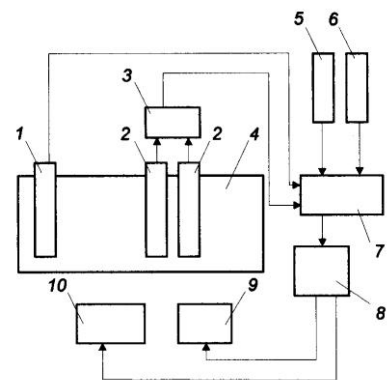


Схема системы автоматизированного управления процессом сушки древесины: 1 – датчик температуры древесины; 2 – датчики влагомера; 3 – влагомер; 4 – контрольный образец; 5 – «сухой» термометр психрометра; 6 – «мокрый» термометр психрометра; 7 – микропроцессор; 8 – щит управления исполнительными механизмами; 9 – воздушная заслонка; 10 – теплоноситель

* Серговский, П.С. О принципах построения рациональных режимов сушки пиломатериалов [Текст] / П.С. Серговский // Сушка древесины: тр. Всесоюзной юбилейной научно-техн. конф. – Архангельск: ЦНИИМОД, 1968. – С. 36–55.

В контрольном образце 4, расположенном в штабеле, устанавливают датчики 2 влагомера 3 и датчик температуры 1. Каждый из двух датчиков выполнен в виде стержня, на котором расположены несколько изолированных друг от друга и от стержня кольцевых контактов. При этом соответствующие кольцевые контакты электродов, установленных к измеряемым слоям древесины, подключены к измерительному блоку парами. Аналогично устроен и датчик температуры. Такое конструктивное расположение датчиков влажности и температуры позволяет определять текущие показатели послойно, через каждые 1,5 мм.

По текущим значениям послойной влажности и температуры высушиваемой древесины с помощью известных зависимостей (см. сноску на с. 72) определяют внутренние напряжения, возникающие в результате разности послойной влажности.

С учетом породы высушиваемой древесины, текущих значений влажности и температуры в конкретных пограничных слоях микропроцессор 5 производит определение предела прочности на растяжение поперек волокон, который сравнивается с фактическими напряжениями, возникающими в процессе сушки. После сравнения значений предела прочности и фактических напряжений микропроцессор принимает решение и выдает команду на управление параметрами сушильного агента. Предусмотрено применение коэффициента «безопасности режима», учитывающего анизотропность свойств древесины и определяемого как отношение внутренних напряжений к пределу прочности. Рекомендуемое значение этого коэффициента (с учетом изменчивости предела прочности) – не более 0,85.

Управление процессом сушки заключается в поддержании таких параметров сушильного агента, при которых максимально возможные напряжения, возникающие в процессе сушки, не превышают предела прочности древесины на растяжение поперек волокон при данном температурно-влажностном ее состоянии с учетом коэффициента безопасности режима. Определение необходимых значений параметров сушильного агента производит микропроцессор на основании сравнения и анализа показателей датчиков влажности и температуры.

Таким образом, управление процессом сушки не носит временного характера, предусмотренного существующими режимами (например 1-, 2- и 3-я ступени режима сушки), а корректируется постоянно, в зависимости от текущего температурно-влажностного состояния древесины и сушильного агента.

При использовании в сушильной установке приводов исполнительных механизмов воздушных заслонок и регулирования подачи теплоносителя для проведения процесса сушки древесины достаточно ввести в память системы управления следующие данные: порода древесины, максимально допустимая температура сушки и конечная влажность, коэффициент безопасности режима. Установив датчики температуры и влажности, можно приступить к сушке. Далее система управления сама проведет сушку до конечной влажности по оптимальному режиму.

Вывод

1. Использование предложенной системы управления процессом сушки древесины позволяет проводить ее при оптимальных значениях параметров сушильного агента, при этом максимальная температура сушильного агента определяется только допустимыми изменениями физико-механических свойств высушиваемой древесины в зависимости от категории качества сушки древесины.

2. Продолжительность сушки сокращается в 1,5–2 раза в зависимости от характеристики высушиваемой древесины.

3. Удельный расход энергии на сушку древесины сокращается до 30 %.

4. Система автоматизированного управления процессом сушки древесины может быть использована в любых видах лесосушильных камер и не зависит от их теплотехнических характеристик.

V.G. Savenko, A.V. Savenko, Yu.P. Petrukhin

Automated Control System of Wood Drying Process

The capability of automatic regulation of the sawn wood drying process is considered by gradual control of moisture and stress state of timber and corresponding change of the drying mode.
