

лагаемая схема стенда позволяет использовать параллельно несколько насосов НП-90 или других и использовать его для испытания двигателей любой мощности.

#### **Выводы**

Использование аксиально-плунжерных насосов в качестве тормозных устройств позволяет не только в несколько раз снизить стоимость тормозной установки, но и требует значительно меньшей площади помещений для ее использования.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Стенд для диагностирования гидростатических

трансмиссий. В.Я. Тимошенко, М.В. Ярош и др. Патент на полезную модель, № 2340 МПК G01 M 13/00, рег. 2005. 09.01.

2 Казаченко, О.В. Совершенствование методов и средств диагностирования гидростатических приводов сельскохозяйственных машин. О.В. Казаченко, П.М. Климов, Л.И. Басенко. /Сборник научных трудов Харьковского национального технического университета сельского хозяйства имени Петра Василенко, 2006.

3 Skarlekens M. Dispositif d'asservissement d'une transmission hydrostatique pour applications vehicules marines et industrielles. "Energ fluide. Hydraul, pneumat., asseru. lubrific, 1976, №86.

УДК 631.3—52(075.8)

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 15.04.2006

## **К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ СУШИЛЬНЫХ КАМЕР ДРЕВЕСИНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ**

**В.А. Марушко, аспирант, Н.И. Бохан, канд. техн. наук, профессор,  
А.В. Новиков, канд. техн. наук, доцент (УО БГАТУ)**

#### **Аннотация**

*Рассмотрена проблема автоматизации систем и контроля технологического процесса сушки древесины и показана возможность применения газогенераторов, работающих на биомассе.*

#### **Введение**

В Республике Беларусь за последние годы характерно повышение роли местного топлива и горючих отходов в энергообеспечении, доля которого вместе с собственной нефтью составляет около 20%, поэтому актуальна проблема эффективного использования твердого топлива. В структуре себестоимости производства продукции энергетическая составляющая имеет преобладающее значение. С учётом резкого удорожания и дефицита высококалорийных энергоносителей на основе нефти возникла необходимость создания технологий и оборудования для получения тепловой и электрической энергии на основе возобновляемых и местных видов топлива (отходы деревообработки, сельскохозяйственного производства, промышленные отходы и т.д.), стоимость которых в настоящее время примерно в 10-12 раз ниже стоимости нефтепродуктов.

Одним из эффективных направлений использования в энергетике твёрдых топлив и горючих отходов промышленного и сельскохозяйственного производства является, кроме прямого сжигания в топках, их предварительная переработка в горючие газы различного

назначения. Получаемый в газогенераторах газ может быть использован как топливо в энергетических установках, технологических процессах, транспортных и стационарных силовых машинах.

К настоящему времени разработано большое количество разнообразных методов газификации твердого топлива и конструкций газогенераторов в зависимости от назначения газа, качества исходного топлива и конструкций газогенераторов, вида дутья, давления и т.д. Преимуществом генераторного газа является возможность поддержания высокотемпературных процессов, лучшие условия сжигания и управления технологическим процессом, а также то, что его можно получать из низкосортных, менее дефицитных видов твердого топлива.

В РБ энергетический потенциал местных видов топлива в тоннах условного топлива (млн. т у.т. в год) составляет: по древесному топливу – 3,1, торфу – 1,1, отходам растениеводства – 1,0-1,4, биогазу – 0,7-0,8, гидролизному лигнину – 0,05, изношенным автопокрышкам – 0,05, всего – 5,9 ... 6,6 млн. т у.т.

В связи с постоянным ростом цен на энергоносители в рыночных условиях конкуренции

большинство деревообрабатывающих предприятий ищет пути снижения себестоимости и повышения качества выпускаемой продукции. Сушка древесины в сушильных камерах – энергоемкий процесс, затратную составляющую которого можно снизить в несколько раз.

**Описание технологического процесса**

Процесс сушки древесины в сушильной камере заключается в удалении из нее влаги. Для ускорения древесину нагревают при заданной влажности воздуха (сушильного агента), поэтому возникает необходимость в соблюдении режимов сушки для получения качественного материала (исключая коробление, растрескивания, остаточные напряжения). На рис. 1 наглядно проиллюстрирован ступенчатый процесс сушки [1].

Режим камерной сушки задается исходя из породы и сортамента древесины, разбивается на несколько ступеней, характеризующихся длительностью и начальной влажностью материала. Каждая ступень сушки требует соблюдения температурно-влажностного режима. Из вышеизложенного следует, что для сушки древесины необходимо оперативно управлять температурой и влажностью сушильного агента (воздуха) при соблюдении длительности ступени.

**Уровни автоматизации технологического процесса**

С точки зрения управления процессом сушки сушильная камера состоит из систем:

- регулирования температуры сушильного агента;
- регулирования влажности сушильного агента;
- контроля оборудования сушильной камеры.

Для обеспечения циркуляции сушильного агента (воздуха) в сушильных камерах используются вентиляторы (осевые и центробежные). Для нагрева сушильного агента в калориферных сушильных камерах применяются радиаторы и калориферные блоки, а в качестве теплоносителя – горячая вода. В случае использования аэродинамических сушильных камер нагрев и циркуляция сушильного агента осуществляются за счет центробежного вентилятора.

Отсюда следует, что для регулирования температуры в калориферных сушильных камерах необходимо управлять количеством теплоносителя (горячая вода), проходящего через радиаторы в единицу времени. Другими словами, открывать/закрывать вентиль подачи горячей воды. Для аэродинамических сушильных камер управление температурой сушильного агента осуществляется изменением производительности вентилятора (изменением сечения всасывающего воздуховода). В качестве регулирующего элемента используются жалюзи.

Регулирование влажности сушильного агента производится посредством управления воздушными заслонками и парогенератором и осуществляется:

- в случае повышенной (более чем необходимо для данной ступени сушки) – понижением за счет добавления «сухого» наружного воздуха с одновременным удалением влажного (воздушные заслонки);

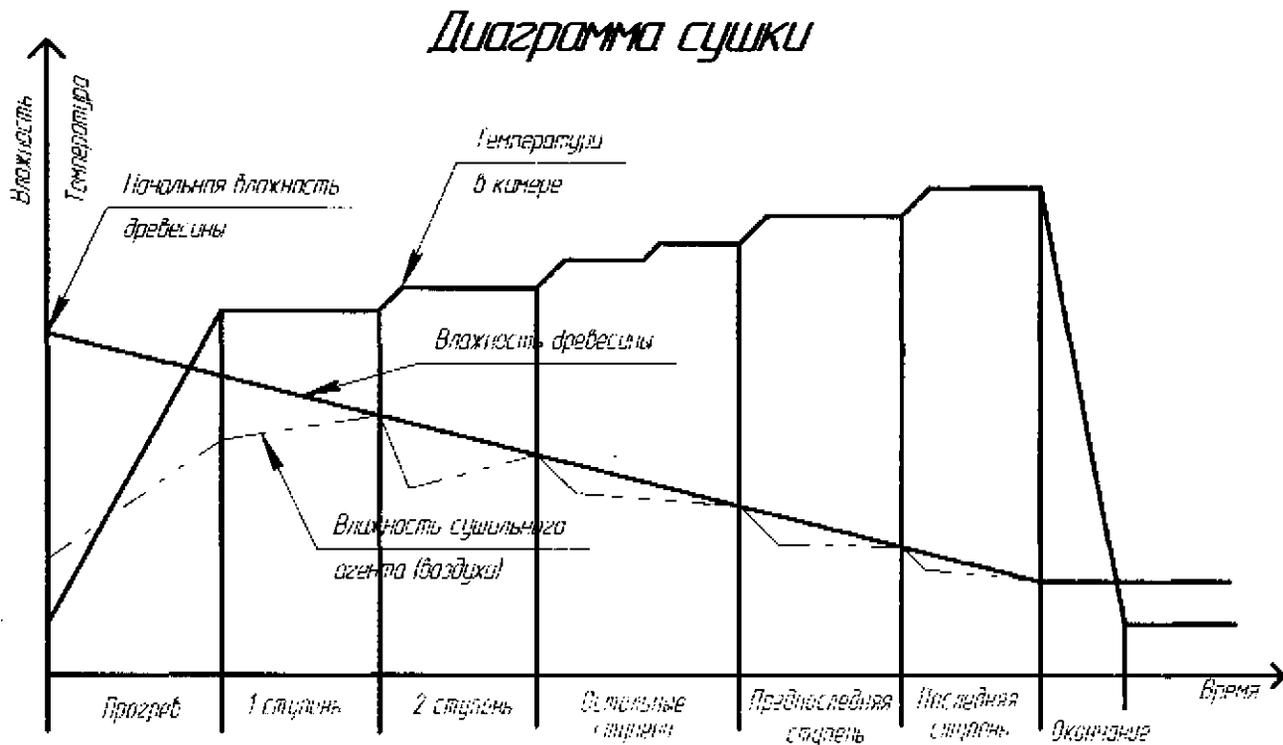


Рис. 1. Теоретическая диаграмма ступенчатого процесса сушки древесины в сушильной камере

• в случае пониженной – закрытием воздушных заслонок или добавлением влаги. В качестве источника влаги используется пар от парогенератора.

Для эффективного управления процессом сушки необходимы приборы контроля, механизмы и системы управления. По степени автоматизации управления процессом системы разделяются на автоматические и полуавтоматические.

Автоматические – системы управления сушкой без участия оператора в управлении режимами. На оператора возложена функция контроля за системой.

Полуавтоматические – системы с участием оператора в процессе управления режимами сушки.

Сушильные камеры, оснащенные современной автоматикой, – залог успеха деревообрабатывающего производства. С ПК или микропроцессорного контроллера возможно по усмотрению технолога или оператора сушильных камер корректировать режим сушки в любую сторону. Для подключения к персональному компьютеру микропроцессорный контроллер должен иметь интерфейс. ПК может находиться на расстоянии до 1000 м от шкафов управления и сушильных камер. К одному ПК одновременно подключается свыше 10-ти контроллеров, т.е. с одного персонального компьютера можно управлять работой 10-ти автономных сушильных камер.

Программное обеспечение персонального компьютера должно позволять: изменять технологические параметры в процессе сушки древесины, дистанционно управлять процессам; в сушильной камере и проводить диагностику, документировать, рассматривать и распечатывать параметры процесса сушки, задавать режимы сушки, степень жесткости режима.

При сушке древесины: на экспорт автоматикой сушильной камеры следует предусмотреть ведение контроля за параметрами в соответствии с требованиями стран ЕЭС. Историю процесса сушки на каждую партию экспортной древесины следует хранить в памяти микропроцессорного контроллера сушильной камеры до 3-х месяцев.

Высокого качества высушенных пиломатериалов можно достигнуть, используя полуавтоматическое управление процессом сушки. При этом возрастает роль оператора сушильной камеры. В случае ориентации предприятия на производство изделий постоянной номенклатуры (погонаж, половая доска и т.д.), при сушке быстросохнущих сортов (ель, сосна) или небольших объемах производства, нет необходимости покупать дорогостоящие автоматические системы управления.

Высоких результатов можно достичь оптимальным набором отдельных функций в полуавтоматике, необходимых для качественной сушки древесины. Согласно технологическому процессу на данный сортимент, полуавтоматике сушильной камеры ставятся задачи, которые она выполняет, пока не последует команда отмены или выполнения новой задачи.

Процесс автоматизации технологического процесса (ТП) может рассматриваться как трехуровневый, по степени сложности как программного, так и аппаратного обеспечения.

Уровень 1. Автоматический контроль – это контроль различных параметров, величин в объекте с целью установить, не вышли ли они за допустимые границы.

Уровень 2. Автоматическое регулирование – это поддержание постоянной или изменение по заданному закону некоторой выходной величины, характеризующей процесс.

Уровень 3. Автоматическое управление – это осуществление совокупности воздействий, выбранных из множества возможных (на основании определённой информации) и направленных на поддержание или улучшение функционирования управляемого объекта в соответствии с целью его управления. Оно охватывает вопросы адаптации, самонастройки, формирования оптимальных управляющих воздействий, автоматического выбора наилучших режимов и т.п. [2].

#### **Функционирование автоматики**

Рассмотрим принцип функционирования комплекта аппаратных и программных средств автоматической системы контроля процесса сушки (уровень 1).

##### **1) Контроль:**

- состояние приточно-вытяжных заслонок сушильных камер;
- температуры наружного воздуха, сухого и влажного термометров в сушильных камерах и температуры теплоносителя;
- влажность пиломатериала;
- наличие воды в парогенераторе и ванночке психрометра сушильных камер.

##### **2) Отображение на панели контроллера:**

- текущей температуры сухого и влажного термометров;
- температуры окружающей среды и теплоносителя сушильных камер;
- текущей влажности пиломатериала;
- состояние механизмов и датчиков.

##### **3) Диагностика:**

- датчиков температуры;
- включение механизмов;
- наличие трехфазного напряжения;
- других аварийных ситуаций в сушильных камерах.

Обеспечение заданных параметров температуры и влажности на этом уровне автоматизации обеспечивается управлением соответствующими механизмами сушильных камер вручную оператором. Оценка ситуации в сушильных камерах и подача команд механизмам производится согласно с текущей ситуацией, определенной технологическими параметрами. Для обеспечения заданной влажности включается парогенератор — для повышения влажности, для понижения влажности

— включается система конденсации (при ее наличии) и открываются воздушные жалюзи. Для обеспечения заданной температуры оператор изменяет проходное сечение шарового крана (подача горячей воды).

В случае комплектации сушильных камер твердо-топливным котлом с ручной загрузкой, работающим на отходах деревообрабатывающего производства, из-за негативного влияния «человеческого фактора» весьма сложно поддерживать определенный температурный режим. При производстве сушки некоторых сортиментов древесины температурные колебания в сушильных камерах просто недопустимы, т. к. вызывают большой процент брака. Рекомендуется комплектовать твердо-топливные котлы или газогенераторы бункером-накопителем со шнековой дозированной подачей опилок. Количество топлива, поступающее в камеру сгорания, зависит от требуемой или заданной температуры теплоносителя.

Для контроля влажности древесины обычно используются кондуктометрические датчики. Авторы статьи в целях снижения себестоимости установки предлагают использовать другой принцип измерения влажности. Из теории сушки волокнистых материалов влажность древесины определяют как отношение массы воды к массе влажного материала  $\omega = \frac{m_w}{m_s + m_w}$ , поэтому, измеряя вес древесины с помощью опроса измерительных датчиков, можно определить её влажность. Таким образом, мы получаем усреднённую величину потери влаги пакета древесины в целом.

#### Выводы и рекомендации

Таким образом, в основной фазе сушки рабочие температуры в пределах 40–50°C, а при достижении и переходе пиломатериалом влажности  $\omega = 30\%$  температура сушильного агента достигает 60°C. При увеличении жесткости режима не рекомендуется увеличивать

температуру сушильного агента выше 75°C. Это ограничение связано с тем, что в сушильных камерах, где теплоносителем является горячая вода, затруднительна стабильная работа отопительного оборудования. Так же при достаточно длительном воздействии повышенной температуры (более 50°C) в древесине происходят необратимые остаточные изменения, которые зависят не только от температуры, но и от влажности. При сравнительно непродолжительных воздействиях температуры они обратимы, т.е. они исчезают при возвращении к начальной температуре древесины. Для стерилизации древесины достаточно 40–45°C, развитие грибов при такой температуре прекращается. При температуре сушки – 75°C и выше необходимо строго соблюдать заданные параметры влажности сушильного агента, предъявляются повышенные требования к точности показаний приборов, контролирующих технологический процесс сушильных камер. При более высоких температурных параметрах сушильного агента длительность процесса сокращается, это может привести к браку древесины, особенно у трудносохнущих сортиментов — дуба, лиственницы и др. При форсировании жесткости режима необходимо помнить о кондиционирующей обработке древесины, в данном случае нельзя механически увеличить температуру агента в сушильных камерах, не изменив осмысленно его относительную влажность. Кондиционирующая обработка необходима для снятия остаточных напряжений. Степень насыщенности агента сушки сушильных камер должна соответствовать по диаграмме равновесной влажности древесины при данной температуре, увеличенной на 1%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лыков, А.В. Теория сушки. - М.: Энергия, 1968.
2. Бохан, Н.И. Основы автоматики и микропроцессорной техники. /Н.И. Бохан Р.И. Фурунжиев. - Мн.: Ураджай, 1987.

**«Агропанорама» – научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса. Это издание для тех, кто стремится донести результаты своих исследований до широкого круга читателей, кого интересуют новые технологии, кто обладает практическим опытом решения задач.**

**Журнал «Агропанорама» включен в список изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией для опубликования результатов диссертационных исследований по сельскохозяйственным и техническим наукам (сельскохозяйственное машиностроение, транспорт, геоэкология, энергетика). Журнал выходит раз в два месяца, распространяется по подписке и в розницу в киоске БГАТУ. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков – 74884, предприятий и организаций – 748842. Стоимость подписки на первое полугодие 2007 года: для индивидуальных подписчиков – 12690 руб., ведомственная подписка – 25380 руб.**