

Е.П. ШУПИК, А.И. РОГАЧЁВ, докт. техн. наук, профессор

Энергосберегающее управление процессом пропарки при сушке капиллярно-пористых материалов

Прогресс в строительной отрасли требует повышения качества материалов и деталей из капиллярно-пористых материалов, которые подлежат предварительной сушке после изготовления. Основным этапом сушки таких материалов является этап пропарки, который заключается в доведении температуры и влажности высушиваемых изделий до заданных значений при сохранении постоянной психометрической разности температур «влажного» и «сухого» термометров. При этом необходимо выполнить требования к качеству рассматриваемых материалов при предельно возможном сокращении времени пропарки и минимизации расходов теплоносителя.

Задачи повышения эффективности процесса сушки исследовались в ряде работ при различных критериях оптимальности. В работах [1, 2] рассматривалась возможность сокращения времени этапа пропарки при отсутствии ограничения на величину энергозатрат. В работе [3] исследовалась задача минимизации расхода теплоносителя при критерии качества в виде интеграла от функции, линейно зависящей от управляющего воздействия.

Целью данной работы является задача минимизации расхода теплоносителя при критерии качества в виде квадратичного функционала от управляющего воздействия.

Конвективная сушка – сложный нестационарный процесс теплообмена, который в динамике описывается нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных. Но экспериментально доказано, что вблизи рабочего режима статические характеристики сушильных камер с достаточной степенью точности можно линеаризовать, а параметры камеры в пределах каждого технологического цикла считать стационарными. Тогда динамика сушильной камеры может быть описана линейным дифференциальным уравнением с постоянными коэффициентами. Рассмотрим вариант, когда заготовка бруса достаточно тонкие. Тогда высушиваемые материалы можно представить в виде простого апериодического звена, при этом обязательно должно учитываться ограничение по скорости изменения температуры в материале.

На основании исследования переходных характеристик камеры отдельно для каналов регулирования по «сухому» и «мокрому» термометрам и физических зависимостей между отдельными величинами, характеризующими процессы в камере, можно составить обобщенную структурную схему с двумя входами и одним выходом (см. рис. 1) [1].

Динамика процесса пропарки может быть описана дифференциальными уравнениями пятого порядка, которые можно представить в виде системы

дифференциальных уравнений первого порядка:

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}_1(t) &= \lambda_1 x_1(t), \\ \dot{x}_2(t) &= \lambda_2 x_2(t), \\ \dot{x}_3(t) &= \lambda_3 x_3(t) + v_3 U_1(t), \\ \dot{x}_4(t) &= \lambda_4 x_4(t) + v_4 U_1(t), \\ \dot{x}_5(t) &= \lambda_5 x_5(t) + v_5 U_1(t). \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Для решения задачи минимизации расхода теплоносителя используем квадратичный функционал:

$$q = \int_0^T U_1^2(t) dt \rightarrow \min \quad (2)$$

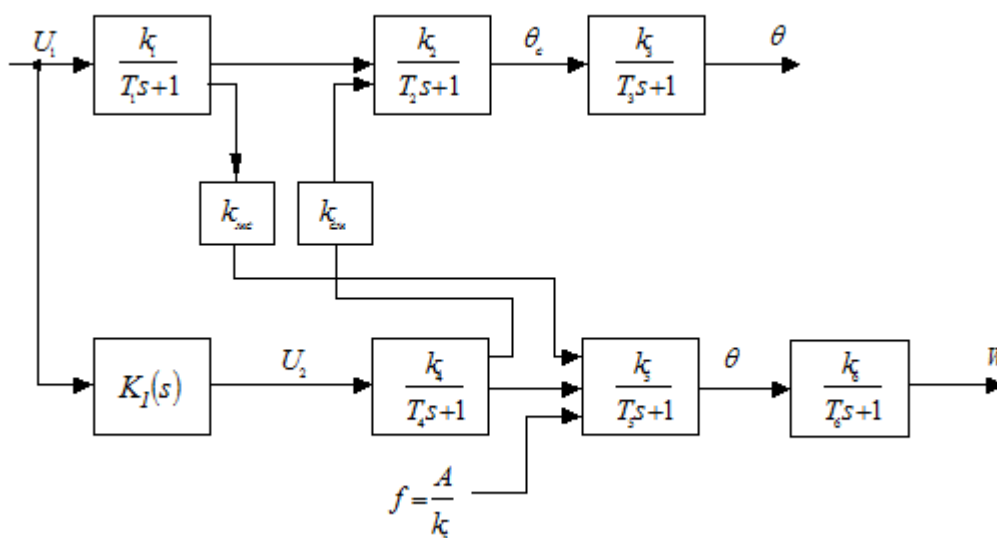


Рис.1 – Структурная схема объектов управления

Решение задачи минимизации расхода теплоносителя для процесса сушки капиллярно-пористых материалов позволяет найти закон минимизирующий расход теплоносителя на этапе прогрева высушиваемого материала при заданных ограничениях на управление и скорости прогрева.

Список литературы:

1. Воронов В.Г., Гопп А.Ю. Синтез оптимального управления режимами теплофизической обработки // Локальные автоматизированные системы автоматики и вычислительной техники – Киев, «Наукова думка» – 1976. – с.10-36.
2. Воронов В.Г., Качанов П.А., Рогачёв А.И. Разработка алгоритма оптимального управления процессом нагрева при сушке капиллярно-пористых материалов // Труды Всесоюзной конференции «Актуальные направления развития сушки древесины». – Архангельск: ЦНИИМОД, 1980. – с.232-239.
3. Рогачёв А.И. Минимизация расхода теплоносителя в объекте с вырожденной передаточной функцией // Интегрированные технологии и энергосбережение. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. - №1. – с.11-14.