

**РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО СОЗДАНИЮ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ
СМЕШИВАНИЯ ДРЕВЕСНОЙ СТРУЖКИ СО СВЯЗУЮЩИМ
НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR CREATING AN
AUTOMATED SYSTEM FOR CONTROLLING THE MIXING PROCESS OF
WOOD CHIPS WITH A BINDER BASED ON NON-DESTRUCTIVE
CONTROL METHODS**

Мещерякова А.А., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»,

г. Воронеж, Россия

Meshcheryakova A.A., CSc (Engineering), Associate Professor
Voronezh State University of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov,
Voronezh, Russia

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы совершенствования методики контроля и автоматизации процесса смешивания древесной стружки со связующим при производстве древесных плит (ДСтП, OSB, MDF). Проанализированы недостатки традиционных гравиметрических и химических методов контроля, а также систем управления на основе фиксированных временных циклов. Предложено внедрение автоматизированной системы управления (АСУ) смесителем непрерывного действия с использованием прогнозирующей модели (MPC).

Abstract: The article discusses the improvement of the control methodology and automation of the process of mixing wood chips with a binder in the production of wood panels (DSP, OSB, MDF). The disadvantages of traditional gravimetric and chemical control methods, as well as control systems based on fixed time cycles, are analyzed. The implementation of an automated control system (ACS) for a continuous mixer using a predictive model (MPC) is proposed.

Ключевые слова: смешивание стружки, связующее, контроль качества, машинное зрение, автоматизированная система управления.

Keywords: mixing of shavings, binder, quality control, machine vision, and an automated control system.

Целью работы являлась разработка научно обоснованных рекомендаций по совершенствованию методики контроля и созданию концепции автоматизированной системы управления процессом. В ходе исследования систематизированы существующие критерии оценки качества смеси (коэффициент неоднородности, методы последовательного анализа), проанализированы методы отбора проб и инструментального анализа. Выявлены недостатки традиционных гравиметрических и химических методов, такие как трудоемкость, низкая оперативность и разрушающий характер.

В качестве основного направления совершенствования предложен переход к неразрушающим, быстрым методам анализа на основе спектроскопии в ближней инфракрасной области (БИК-спектроскопии) и машинного зрения. Разработанная структурно-функциональная схема автоматизированной системы управления (АСУ) смесителем непрерывного действия, реализующая принцип управления с прогнозирующей моделью (МРС) интегрирует данные с датчиков расхода сырья, БИК-анализатора и камер машинного зрения для непрерывной оценки однородности и динамической коррекции параметров дозирования и перемешивания в реальном времени.

При производстве древесно-стружечных плит на основе карбамидоформальдегидной или фенолоформальдегидной смолы одним из наиболее сложным участком является смешивание стружечной массы со связующим. Сложность процесса заключается в получении однородной стружечной массы, что сильно влияет на физико-механические свойства готовой плиты. При малом содержании связующего получаем не плотную плиту, имеющую низкие механические свойства. Избыток связующего приводит к неравномерному распределению его на стружке, что также снижает прочностные характеристики древесно-стружечной плиты. В данной области проведено большое количество исследований (например, в работах Макарова Ю.И.), но несмотря на это полностью решить вопрос равномерного распределения связующего по стружке еще не добились из-за сложности контроля данного процесса.

Используемые методы контроля не позволяют оценить распределение связующего по стружке в реальном времени, с учетом различных внешних по-

казателей – качество стружки, породный состав, влажность стружки, качество связующего с учетом используемых материалов (смола, отвердитель, добавки), жизнеспособность связующего, вязкость связующего (смолы). Контроль качества осуществляется выборочно, с помощью трудоемких и медленных лабораторных методов, что приводит к запаздыванию управляющих воздействий и возможному выпуску некондиционного полуфабриката.

Процесс смешивания является механо-химическим, так как сочетает механическое распределение связующего по поверхности твердых частиц с начальными стадиями физико-химического взаимодействия (смачивание, адгезия). Его можно охарактеризовать как пространственное перемещение макрочастиц стружки и микрокапель связующего с целью получения статистически однородной по составу среды.

В отличие от смешения однородных сыпучих материалов, здесь присутствуют две разнородные фазы. Первая твердая фаза состоит из древесной стружки. Данная фаза неоднородна по составу, имеются разные породные составы в стружке, размер стружки разнообразен и зависит от качества сырья и характеристик режущего инструмента, плотность стружки отличается друг от друга и зависит от места расположения в сырье, также разные гигроскопичность и анизотропия свойств древесной стружки. Вторая жидкая фаза состоит из связующего (в зависимости от вида древесно-стружечных плит используется в производстве разная смола), отвердителя и различных добавок повышающих качество плиты. Вязкость смолы важный показатель при смешивании связующего. Она влияет на жизнеспособность связующего, а при повышении температуры в плитах пресса уменьшает время полимеризации, что приводит к получению древесно-стружечных плит низкой прочностью.

В процессе смешивания двух фаз (стружки и связующего) в смесителе происходит несколько сложных процессов. Конвективное смешивание заключается в перемешивании стружки со связующим и перераспределением полученной смеси равномерно по всему объему смесительного барабана. Чем лучше и равномернее произойдет конвективное смешивание, тем более однородную клеевую массу получим на выходе из смесительного барабана.

Диффузионное смешивание заключается в проникновении на микроуровне связующего в стружку. Это происходит за счет равномерного распределения связующего по всем частицам, при перемешивании в барабане две фазы между собой хаотично движутся, происходит трение и смачивание между фазами. Если связующее неравномерно распределиться по древесной стружке, то

можем получить при прессовании древесно-стружечных плит голодный клеевой шов (плита будет рассыпаться). Если связующего будет много, то получим плиту низкого качества, так как будет перерасход связующего, увеличится количество токсичных веществ выделяемых при прессовании, прочность древесно-стружечных плит снизится.

В процессе смешивания можем получить расслоение древесных частиц. Это происходит из-за разного качества полученной древесной стружки (порода, размер, фракция, влажность), а так же перераспределения связующего на поверхности стружки (неравномерное нанесение на стружку). Расслоение древесных частиц приводит к резкому ухудшению качества древесно-стружечных плит.

Для получения качественной клеевой массы надо соблюдать несколько требований. Всегда проверять соотношение компонентов связующего к стружке, не допускать перерасход любого из компонентов. Обязательно в процессе производства древесной стружки следить за ее качеством, стараться не допускать получения мелкой фракции, что приводит к увеличению расхода связующего. Но и получение очень крупной стружки приводит к получению древесной массы с неравномерным нанесением связующего.

Не допускается использовать связующее на основе смолы с высокой/низкой вязкостью. Перед использованием новой партии смолы надо проверять ее на жизнеспособность и строго следовать рекомендациям по ее использованию.

В процессе смешивания связующего и древесной стружки необходимо правильно выбирать технологические режимы смесителя – скорость вращения барабана, температура в смесителе, время смешивания в барабанном смесителе, а так же температура и влажность в помещении.

Таким образом, актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью разработки научно обоснованных методов управления процессом смешивания, которые позволят уйти от эмпирического управления процессом смешивания. Использование современных технологий автоматизации, методов неразрушающего контроля и интеллектуальных систем управления позволит достичь оптимальности между качеством получаемой стружечной смеси и ресурсосбережением материалов при производстве древесно-стружечных плит, что даст конкурентные преимущества для деревоперерабатывающих предприятий.

Список литературы

1. Андрианов, Е. И. Методы определения структурно-механических характеристик порошкообразных материалов / Е. И. Андрианов. – М.: Химия, 1982. – 256 с.
2. Шубин, И. Н. Технологические машины и оборудование. Сыпучие материалы и их свойства: учеб. пособие / И. Н. Шубин, М. М. Свиридов, В. П. Таров. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 76 с.
3. Кафаров, В. В. Системный анализ процессов химической технологии. Процессы измельчения и смешения сыпучих материалов / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов, С. Ю. Арутюнов. – М.: Наука, 1985. – 440 с.
4. Свиридов, М. М. К вопросам определения работы на процесс смешивания сыпучих компонентов / М. М. Свиридов, И. Н. Шубин // Труды ТГТУ. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та. – 2001. – Вып. 8. – С. 77 – 81.

Reference

1. Andrianov, E. I. Methods of Determining the Structural and Mechanical Characteristics of Powdered Materials / E. I. Andrianov. – Moscow: Khimiya, 1982. – 256 p.
2. Shubin, I. N. Technological Machines and Equipment. Bulk Materials and Their Properties: Textbook / I. N. Shubin, M. M. Sviridov, V. P. Tarov. – Tambov: Tambov State Technical University, 2005. – 76 p.
3. Kafarov, V. V. System Analysis of Chemical Technology Processes. Processes of Grinding and Mixing Bulk Materials / V. V. Kafarov, I. N. Dorokhov, S. Yu. Arutyunov. – Moscow: Nauka, 1985. – 440 p.
4. Sviridov, M. M. On the issues of determining the work on the process of mixing bulk components / M. M. Sviridov, I. N. Shubin // Proceedings of TSTU. – Tambov: Tambov State Technical University. – 2001. – Issue 8. – Pp. 77 – 81.