

УДК 674.815-41

СИСТЕМА ОПТИМАЛЬНОГО ОРИЕНТИРОВАНИЯ СТРУЖКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ

С.М. Плотников, В.И. Пантелеев*

Сибирский государственный технологический университет, г. Красноярск

*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

E-mail: smplotnikov@rambler.ru, pwi.05@mail.ru

*Представлены структура и описание работы автоматической системы управления ориентирующим устройством, которое позволяет максимизировать количество ориентируемых частиц и минимизировать угол их ориентации.***Ключевые слова:***Древесностружечная плита, плита OSB, стружечный ковер, формирующая машина, ориентирующее устройство, направляющий орган, шаг ориентации, угол ориентации.*

Плиты из ориентированной крупноразмерной стружки (Oriented Strand Board, OSB) являются новым высокотехнологичным материалом, который находит все большее применение в домостроении, при изготовлении мебели, упаковки и т. д. Мировой объем производства таких плит возрастает на 16 % в год. Из-за более низкой стоимости при одинаковых потребительских качествах плиты OSB постепенно вытесняют фанеру во многих традиционных областях применения. Одновременно происходит совершенствование оборудования по производству таких плит.

Повышенные механические свойства по сравнению с обычной древесностружечной плитой достигаются за счет ориентации стружки в слоях плиты. Это связано с анизотропией исходной древесины, прочность которой вдоль волокон в десятки раз превышает прочность поперек волокон. Чем меньше угол укладки стружки в изготавливаемой плите, тем выше ее прочность на статический изгиб в направлении ориентации, приближаясь к прочности цельной древесины. В связи с этим большое значение имеет повышение степени ориентации стружки в формируемом стружечном ковре, т. е. уменьшение угла отклонения стружки от направления ориентации.

В современных формирующих машинах стружка ориентируется механическим способом, в частности, гибким направляющим органом, соседние ветви которого движутся в противоположных направлениях со скоростью V [1]. Данная скорость задает интенсивность разворота частиц за время их прохождения ориентирующего устройства и зависит от длины частиц l , расстояния от плоскости направляющего органа до поверхности стружечного ковра H_0 и толщины стружечного ковра H_k [2]. Для минимизации угла ориентации частиц необходимо перемещать направляющий орган с оптимальной скоростью, а для ориентирования максимального количества древесных частиц необходимо установить оптимальный шаг ориентации (расстояние между соседними ветвями направляющего органа) $h_n = 0,5l$. При установке шага выше данного уровня снижается доля частиц, подвергающихся развороту, а при уменьшении шага возрастает вероятность

засорения устройства из-за того, что некоторые частицы перекрывают более двух ветвей ориентирующего органа и препятствуют прохождению остальных частиц. В традиционных формирующих машинах при изменении длины исходных древесных частиц меняют ориентирующее устройство. Для оперативного изменения шага ориентации без остановки производственного процесса целесообразно использовать устройство с переменным шагом [3].

Толщина формируемого ковра H_k и длина стружки l являются возмущающими воздействиями. Значение l зависит от вида изготавливаемых плит и погрешности работы стружечных станков, а значение H_k имеет разброс, равный многократной толщине плит. Поэтому систему ориентирования стружки целесообразно строить по принципу компенсации внешних возмущений. Такая система состоит из двух локальных подсистем: подсистемы установки оптимального шага h_n и подсистемы поддержания оптимальной скорости V направляющего органа. Независимо от изменения возмущающих параметров, такая система позволяет ориентировать максимальное количество частиц при минимально возможном угле их укладки в стружечный ковер. Схема ориентирующего устройства (в сжатом состоянии) представлена на рисунке.

Любой линейный размер древесной частицы зависит от ее массы. Современные станки для изготовления плоской стружки настраиваются на рекомендуемое соотношение длины, ширины и толщины частиц 100:10:1 [4]. В этом случае формула объема частицы, выраженной через ее длину, имеет вид: $10^{-3}l^3$, а выражение массы частицы — $10^{-3}l^3\rho_d$. Среднюю длину частицы целесообразно определять по ее средней массе, исходя их выражения:

$$l = \kappa \sqrt[3]{\frac{m}{\rho_d}}, \quad (1)$$

где m — масса частицы; ρ_d — плотность древесины частицы; κ — коэффициент пропорциональности. Для рекомендуемого соотношения линейных размеров частицы $\kappa=10$.

Для оперативного определения массы частиц используется пьезометрический датчик расхода

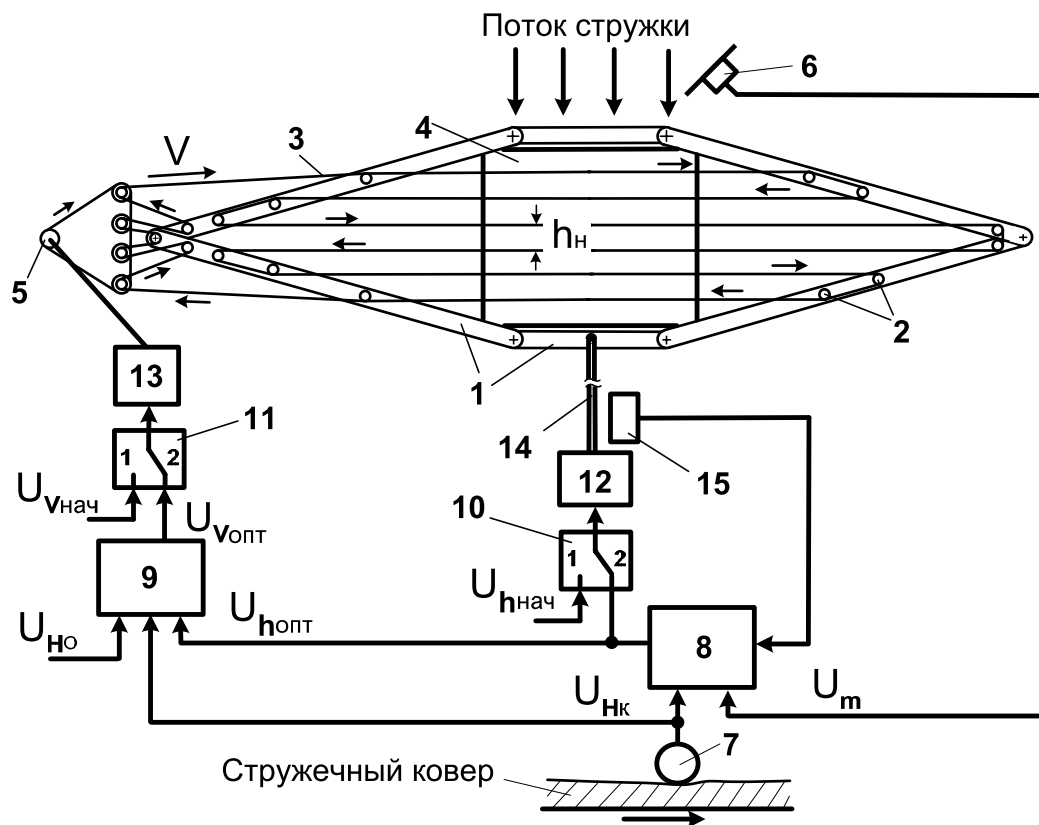


Рисунок. Структурная схема ориентирующего устройства: 1) планки; 2) ролики; 3) направляющий орган; 4) окно; 5) приводной ролик; 6) датчик расхода древесной массы; 7) датчик толщины ковра; 8) блок управления шагом ориентации; 9) блок управления скоростью направляющего органа; 10, 11) переключатели; 12) позиционный привод; 13) электропривод; 14) шток; 15) датчик перемещения штока

древесной массы типа ИРДМ-1, разработанный в УкрНИИМОД [5]. Чувствительный элемент датчика обтекается частью потока подаваемых на формирование древесных частиц. Амплитуда выходного сигнала датчика – 6 пропорциональна массе частиц, а частота – количеству частиц.

Плотность древесины частицы также возможно определять косвенным путем. При объемно-массовом дозировании стружки, подаваемой на формирование стружечного ковра, с увеличением плотности древесины стружки автоматически снижается количество подаваемого материала, т. е. снижается толщина формируемого стружечного ковра H_k при постоянстве его массы. Поэтому значение H_k обратно пропорционально плотности древесины стружки ρ_d . Величина H_k достаточно точно измеряется с помощью потенциометрических датчиков толщины.

Система управления ориентирующим устройством включает микропроцессорные блоки – 8 и 9, задающие соответственно шаг ориентации h_n и скорость V направляющего органа. Блок – 8 реализует зависимость, полученную из выражения (1):

$$h_n = \frac{\kappa}{2} \sqrt[3]{mH_k}$$

Блок – 9 реализует определенную в [2] зависимость:

$$V = 0,58 \frac{h_n}{\sqrt{H_0 - 0,5H_k}}$$

Здесь коэффициент $0,58 [m^{0,5} \cdot c^{-1}]$ представляет собой произведение коэффициента усиления блока – 9, коэффициента передачи электродвигателя, передаточного отношения редуктора и радиуса приводного ролика – 5.

При пуске переключатели – 10 и 11 находятся в положении «1» и подают на соответствующие исполнительные механизмы некоторые начальные значения шага ориентации и скорости направляющего органа. Через несколько секунд, когда толщина стружечного ковра достигнет установившегося значения, переключатели переводятся в положение «2». Данное переключение может осуществляться автоматически за счет использования сигнала датчика толщины стружечного ковра – 7. После этого осуществляется оптимальное ориентирование частиц.

При увеличении средней длины ориентируемых частиц блок управления – 8 подает соответствующий сигнал на позиционный привод – 12, последний раздвигает планки устройства на величину, при которой шаг ориентации h_n направляющего органа составит половину длины подаваемых на ориентацию частиц. С увеличением толщины стружечного

ковра H_k , например, из-за перехода на изготовленные плит большей толщины, угол разворота стружки за время ее падения уменьшится, и частицы укладываются в ковер «недоразвернутыми». При этом сигнал на выходе датчика толщины ковра возрастает, а на выходе блока управления – 9 – снижается, перемещение направляющего органа ускоряется, и угол ориентации частиц в ковре остается минимальным.

При увеличении плотности ориентируемых частиц без увеличения их длины например, при переходе на работу с древесиной более твердой породы, сигнал на выходе датчика – 6, пропорциональный m , возрастет, высота стружечного ковра H_k уменьшится в той же степени, поэтому сигнал на выходе блока управления – 8 не изменится. Положение штока – 14 и шаг ориентации также не изменятся.

Конструкция устройства позволяет устанавливать угол между планками от минимального 30° до максимального 150° . При этом диапазон шага ориентации составляет:

$$D = \frac{\cos \frac{150^\circ}{2}}{\cos \frac{30^\circ}{2}} = 3,73,$$

т. е. возможен гибкий переход на работу со стружкой разной длины без остановки процесса формирования стружечного ковра.

Диапазон регулирования скорости перемещения направляющего органа V определяется диапазоном регулирования скорости электропривода – 13 и намного превышает диапазон, определяемый технологическими параметрами.

Теоретически при поддержании оптимальной скорости направляющего органа и установке оптимального шага ориентации разворачиваются две трети частиц (угол ориентации $\alpha > 0$), а треть частиц укладывается в ковер со средним углом 15° . Тогда угол ориентации будет иметь минимально возможное значение $\Delta\alpha_{\min} = 5^\circ$. Однако из-за неравномерности формы стружки и неизбежных погрешностей работы системы ориентации величина относительной погрешности угла ориентации будет несколько больше. Анализ показывает, что величина

на погрешности системы ориентации (в %) имеет вид:

$$\overline{\Delta\alpha_c}, \% = \sqrt{\overline{\Delta V}^2 + \overline{\Delta l}^2 + \frac{1}{4}\overline{\Delta H}^2}, \quad (2)$$

где $\overline{\Delta V}$, $\overline{\Delta l}$, $\overline{\Delta H}$ – соответственно относительные погрешности поддержания скорости направляющего органа, определения длины стружки, и определения высоты падения стружки (в %).

Считая, что при хаотичной укладке стружки в ковер средний угол ее ориентации составляет 45° и приняв данное значение за 100 %, можно получить выражение для абсолютной погрешности работы системы (в град.):

$$\Delta\alpha_c = 0,45\overline{\Delta\alpha_c}, \%$$

Как видно из (2), вклад погрешностей поддержания скорости и длины стружки в погрешность угла ориентации равноценен, а погрешность определения высоты полета стружки сказывается в меньшей мере.

Принимая погрешность стабилизации скорости электропривода $\overline{\Delta V} = 2\%$, погрешность косвенного определения длины стружки $\overline{\Delta l} = 5\%$ и погрешность измерения высоты падения стружки $\overline{\Delta H} = 5\%$, получим:

$$\Delta\alpha_c = 0,45\sqrt{2^2 + 5^2 + \frac{1}{4}5^2} = 2,7^\circ.$$

Общая погрешность угла ориентации: $\Delta\alpha = \Delta\alpha_c + \Delta\alpha_{\min} = 2,7^\circ + 5^\circ = 7,7^\circ$.

Лабораторные испытания показали, что система оптимальной ориентации обеспечивает средний угол укладки частиц в стружечном ковре $10,2^\circ$ для частиц длиной от 60 до 100 мм и $7,8^\circ$ для частиц длиной свыше 100 мм.

Таким образом, оптимальное регулирование шага ориентации и скорости направляющего органа повышает качество ориентации стружки, за счет чего изготавливаемая плита OSB имеет максимальную прочность на изгиб в направлении ориентации. Прочность оптимально ориентированных плит на 35...40 % превышает прочность традиционно ориентированных плит. За счет этого возможна экономия связующего и снижение выделения из плиты формальдегида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мелони Т. Современное производство древесностружечных плит и древесноволокнистых плит / Пер. с англ. В.В. Амалицкого и Е.И. Карасева. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 416 с.
2. Пат. 2315689 РФ. МПК⁷ В27N 3/14. Способ ориентации древесных частиц / С.М. Плотников. Заявл. 27.06.2006; опубл. 27.01.2008. Бюл. № 3.
3. А.с. 1449344 СССР. МПК⁴ В27N 3/14. Устройство для ориентации древесных частиц / С.М. Плотников. Заявл. 05.05.1989; опубл. 07.01.1989, Бюл. № 1.

4. Поташев О.Е., Лапшин Ю.Г. Механика древесных плит. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 112 с.
5. Отлев И.А. Интенсификация производства древесностружечных плит. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 192 с.

Поступила 14.04.2008 г.