

УДК 674.055

**П. В. Рудак**, кандидат технических наук, доцент (БГТУ);**О. Г. Рудак**, магистр технических наук, ассистент (БГТУ);**А. Балтрушайтис**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой  
(Каунасский технологический университет, Республика Литва);**Г. Кятуракис**, преподаватель (Каунасский технологический университет, Республика Литва)

### АНАЛИЗ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА СТРУЖКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМОВ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В статье приводятся методика и анализ результатов фракционного состава стружки в зависимости от режимов фрезерования древесностружечных плит на основе сухого ситового анализа с ручным просевом. Установлено, что при фрезеровании древесностружечных плит распределение размеров частиц стружки описывается кривыми, близкими к кривым нормального закона распределения.

The paper presents the methodology and analysis of the fractional composition of chips, depending on the modes of chipboard milling on a dry sieve analysis with manual sieving. Found that when milling chipboards chip size distribution described by a curve similar to the curves of normal distribution. (Gauss's law).

**Введение.** На эффективность удаления стружки и пыли при фрезеровании древесины и древесных материалов большое влияние оказывает их фракционный состав. Частицы стружки больших размеров в момент выхода из зоны резания обладают высокой кинетической энергией, и их улавливание затруднительно. Силы сопротивления движению частиц стружки и пыли со стороны воздушной среды также связаны с размерами древесных частиц.

Процесс фрезерования характеризуется различной толщиной стружки в зависимости от режима резания, направления подачи (встречная или попутная) и, как правило, описывается величиной средней толщины стружки – толщиной стружки на середине дуги контакта лезвия с обрабатываемым материалом.

Переменная толщина стружки по своей длине, включение в состав древесностружечных плит (ДСтП) древесных частиц различного фракционного состава в процессе изготовления, возможность появления трещин по мере движения лезвия в обрабатываемом материале, появление вырывов частиц плиты в результате разрушений клеевых связей, эффект доизмельчения стружки, уже отделенной от заготовки, но повторно взаимодействующей с лезвием, и иные особенности процесса обработки плитных древесных материалов фрезерным инструментом приводят к тому, что толщина стружки, образующейся при некотором режиме фрезерования, может значительно отличаться от средней величины, полученной расчетом.

Дисперсность в значительной мере определяет свойства стружки и пыли поглощать смазочные материалы, например, с направляющих станка. В результате измельчения изменяются некоторые свойства вещества и приобретаются новые. Это вызвано в основном тем, что при

диспергировании вещества многократно увеличивается его суммарная площадь поверхности.

Кроме физических и химических свойств, дисперсный состав определяет в значительной мере характер и условия распространения древесной пыли в воздушной среде. Мелкодисперсная пыль осаждается значительно медленнее, а особо мелкодисперсная пыль практически вовсе не осаждается. Таким образом, расщепление пылевых частиц в воздухе в значительной мере определяется дисперсным составом пыли. Важный вопрос пылеулавливания – выбор пылеулавливающего оборудования – решается главным образом на основании анализа дисперсного состава пыли.

Цель работы – разработка методики, проведение экспериментальных исследований и анализ фракционного состава стружки в зависимости от режима фрезерования ДСтП.

**Основная часть.** Применяют следующие основные методы определения дисперсного состава стружки и пыли: ситовый анализ – разделение частиц на фракции путем последовательного просеивания навески пыли через лабораторные сита с отверстиями различных размеров; седиментометрия – разделение навески пыли на фракции путем ее осаждения в жидкой или газообразной среде; микроскопический анализ – рассмотрение пылевых частиц с помощью оптического или электронного микроскопа, определение формы частиц, их размера и количества по фракциям; центробежная сепарация – разделение пыли на фракции с помощью центробежной силы. Наибольшее распространение получил ситовый анализ.

Применяют ручной и механический просевы. При механическом просеве на тонких ситах условия отсева затрудняются вследствие отсутствия в пробе грубых частиц.

При исследовательской работе, а также для ответственных производственных анализов рекомендуется применять сухой ситовый анализ с ручным просевом [1].

На деревообрабатывающем центре ROVER B4.35 (BIESSE, Италия) с числовым программным управлением (ЧПУ) выполнялось фрезерование ДСтП фрезами на различных режимах резания (рис. 1).



Рис. 1. Деревообрабатывающий центр ROVER B4.35 с ЧПУ с закрепленной на рабочем столе станка заготовкой ДСтП

Обрабатываемый материал – ДСтП производства EGGER Eurospan (Румыния) с отделкой с двух сторон ламинатом. Толщина плиты – 18 мм. Средняя плотность ( $670 \text{ кг/м}^3$ ) контролировалась определением средней массы по результатам замеров для 5 кубиков  $18 \times 18 \times 18 \text{ мм}$ , вырезанных с различных участков плиты. Связующее составляет 10%. Длина заготовки в эксперименте – 2800 мм.

После обработки материала выполнялся отбор представительной пробы стружки. Поскольку объем первичной пробы оказывался больше, чем необходимо для анализа, проба подвергалась перемешиванию и сокращению.

Для достаточно больших проб предварительно производилось перемешивание по способу «конус». Для этого применялась воронка, установленная на штативе, через которую на плоскую поверхность насыпалась первоначальная проба частиц. После этого воронка переставлялась на другую плоскую поверхность и процесс повторялся. Данная операция проводилась не менее 3–4 раз.

Сокращение перемешанной пробы осуществлялось методом квартования при помощи крестовины (рис. 2).

Часть пробы в одной паре противоположных секторов отбиралась (рис. 2, б), другая снова перемешивалась и квартовалась до тех

пор, пока не получался необходимый для анализа объем частиц.

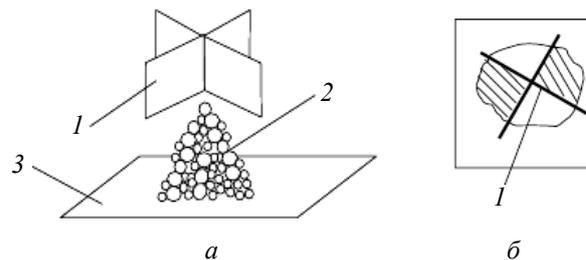


Рис. 2. Сокращение пробы методом квартования (а) и отбор пробы в одной паре противоположных секторов (б): 1 – крестовина; 2 – проба частиц; 3 – плоская поверхность

Далее анализируемая проба помещалась на наиболее тонкое сито, а полученный остаток перекладывался на сито, следующее по крупности ячеек. Такая последовательность проведения анализа благоприятна с той точки зрения, что грубое зерно способствует просеву пробы на более тонких ситах.

На рис. 3 представлены фотографии некоторых применяемых сит (а), а также весов (Adventurer ARC 120, OHAUS) (б).

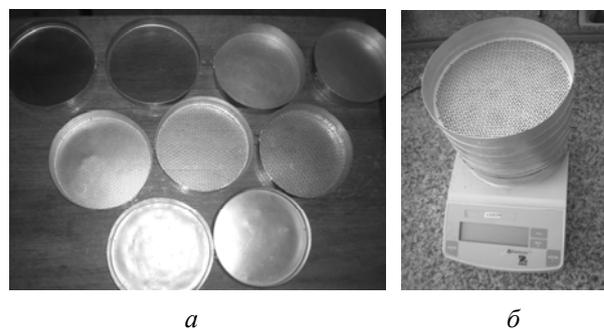


Рис. 3. Фотографии некоторых применяемых сит (а), весов (б)

Сито с поддоном и крышкой брали одной рукой, наклонив полотно к горизонтальной поверхности на  $10\text{--}20^\circ$  вверх от этой руки и ударили другой рукой около 120 раз в минуту. Примерно 4 раза в минуту сито располагали горизонтально и сильно ударили по обечайке. При трудностях в просеве и при тонких ситах через 3 мин и далее через каждые 5 мин нижнюю поверхность сита очищали мягкой кисточкой. Опадающие с поверхности сита частицы присоединяли к проходу.

После окончания просева проход из поддона взвешивали, а остаток помещали на следующее сито в порядке увеличения размера ячеек и продолжали просев описанным способом.

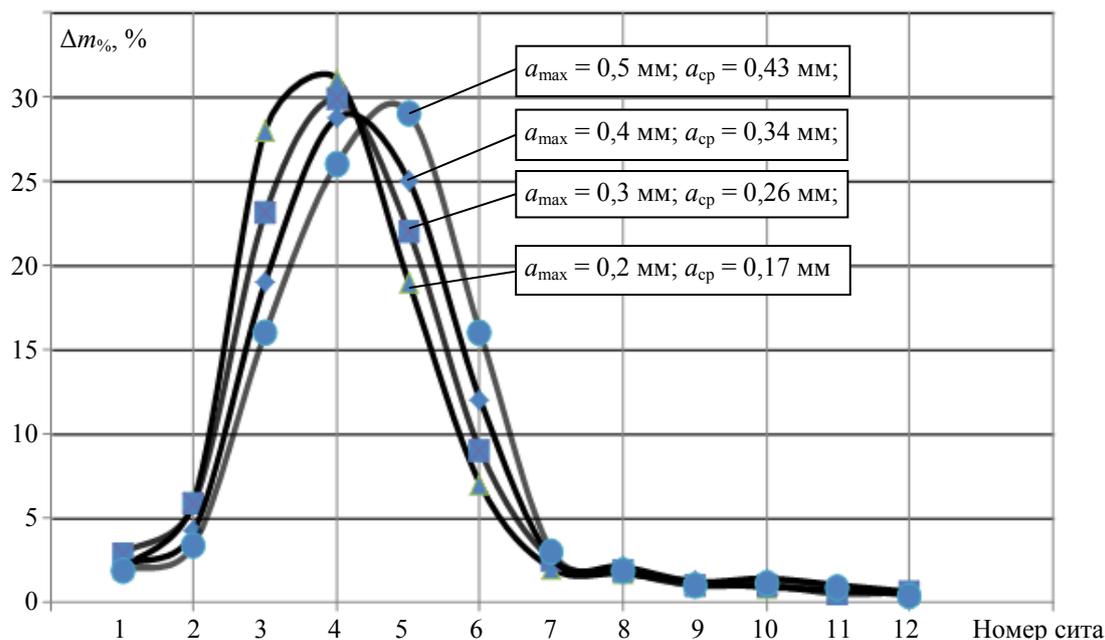


Рис. 4. Кривые распределения размеров частиц стружки, полученной при различных режимах встречного фрезерования ДСтП однолезвийной прямозубой хвостовой фрезой Ø21 мм, при толщине снимаемого слоя 5 мм, частоте вращения 12 000 мин<sup>-1</sup>

Согласно рекомендациям [1] исследовали объем пробы стружки 100 см<sup>2</sup>. Массу определяли с точностью 0,01 г.

Рассев считали законченным, когда через сито при повторном расसेве в течение 3 мин проходило не более 1% частиц, находящихся на данном сите. После окончания просева каждую фракцию с соответствующего сита и поддона взвешивали. Контролировали, чтобы суммарная масса всех фракций не отклонялась от массы исходной навески более чем на 2%.

При обработке полученных результатов суммарную массу всех фракций принимали за 100%. Процентное содержание частиц в каждой фракции  $\Delta m\%$  определяли из соотношения:

$$\Delta m\% = \frac{\Delta m_i}{\sum m_i} \cdot 100\%,$$

где  $\Delta m_i$  – масса частиц на  $i$ -м сите, г;  $\sum m_i$  – суммарная масса всех фракций, г.

За окончательный результат принимали среднее арифметическое результатов двух параллельных определений. Контролировалось, чтобы расхождение между результатами двух параллельных определений массы соответствующих фракций не превышало 1% от массы всей навески.

Если расхождение между результатами параллельных определений превышало приведенную величину, определение повторяли.

**Заключение.** На рис. 4 представлены кривые распределения размеров частиц стружки,

полученных при различных режимах фрезерования ДСтП однолезвийной хвостовой фрезой Ø21 мм, при толщине снимаемого слоя 5 мм, частоте вращения фрезы 12 000 мин<sup>-1</sup>.

Наибольшие толщины стружки  $a_{max}$  устанавливались 0,2 мм, 0,3 мм, 0,4 мм и 0,5 мм. Соответствующие средние толщины стружки  $a_{cp}$ : 0,17 мм; 0,26 мм; 0,34 мм; 0,43 мм.

Соответствие размеров ячеек номерам сит: 1 – поддон; 2 – 0,063 мм; 3 – 0,125 мм; 4 – 0,25 мм; 5 – 0,5 мм; 6 – 1 мм; 7 – 1,5 мм; 8 – 2 мм; 9 – 2,5 мм; 10 – 3 мм; 11 – 4 мм; 12 – 8 мм.

Кривые распределения дают наглядное представление о дисперсном составе стружки.

Установлено, что при фрезеровании ДСтП распределение размеров частиц стружки описывается кривыми, близкими к нормальному закону распределения.

При увеличении средней толщины стружки кривые распределения смещаются в сторону большей толщины стружки.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (Г12М-098).

### Литература

1. Коузов, П. А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов / П. А. Коузов. – Л.: Химия, 1987. – 264 с.

Поступила 21.02.2013