

двух пробных площадях. Результаты показали, что средний коэффициент сортности колод при оценке по ДСТУ EN 1927:2005 оказался на 0,6 (ПП1) и на 0,3 (ПП2) степени качества ниже, чем при оценке по ГОСТ 9463–88. Это свидетельствует о необходимости разработки новой системы цен на лесоматериалы в Украине.

## Abstract

### ABOUT THE INTRODUCTION OF EUROPEAN STANDARDS SYSTEM ON TIMBER FORESTRY IN UKRAINE

Zrazhva S. G., Spirochkin A. K.

*The conditions for the introduction European standards system for timber in forestry in Ukraine is analyzed. The comparative definition of quality pine logs according to GOST 9463–88 and DSTU EN 1927: 2005 is conducted on two test areas. The results showed that the average coefficient of grading decks as assessed by DSTU EN 1927: 2005 was at 0.6 (TA1) and 0.3 (TA2) quality level lower than when the assessment in accordance with GOST 9463-88. This demonstrates the need to develop a new timber pricing system in Ukraine.*

УДК 674.055:621.95:674.815

### ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ВИНТОВЫХ СВЕРЛ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ЛАМИНИРОВАННЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. Ф. Аникеенко, канд. техн. наук, старший преподаватель;

А. Ю. Тишевич, студент 5-го курса

(Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, РБ)

*Статья описывает особенности новых конструкций сборных винтовых сверл для сквозного сверления плитных материалов. Проведен анализ рекомендуемых режимов сверления ламинированных древесностружечных плит. Выделены недостатки в теории резания при определении режимов сверления. Описаны дефекты, возникающие при сверлении ламинированной древесностружечной плиты, как на входе в материалу, так и на выходе из него. Предложена новая конструкция сборных винтовых сверл, позволяющая механическим путем изменять скорость подачи при сверлении, тем самым предотвращать появления дефектов на поверхности ламинированной древесностружечной плиты.*

Анализируя различные литературные источники, а также рекомендации производителей дереворежущего инструмента, можно сделать вывод, что

теоретические рекомендации по технологическим режимам сверления ламинированных древесностружечных не всегда применимы.

Практически во всех источниках указывают только частоту вращения сверла, не учитывая второй важный технологический параметр — скорость подачи. Производители инструмента рекомендуют режимы в довольно широких диапазонах для каждой конкретной конструкции сверла без учета материала обработки, что не является правильным. Более того, они чаще руководствуются критерием сохранения работоспособности сверл, упуская такие критерии, как качество обработанной поверхности и производительность. За редким исключением учитывают энергетическую составляющую при выдаче рекомендаций.

В современной ламинированной древесностружечной плите (рис. 1) можно выделить три основных слоя: ламинат (декоративное покрытие), покрывающий поверхность плиты; связующее и непосредственно сама плита.

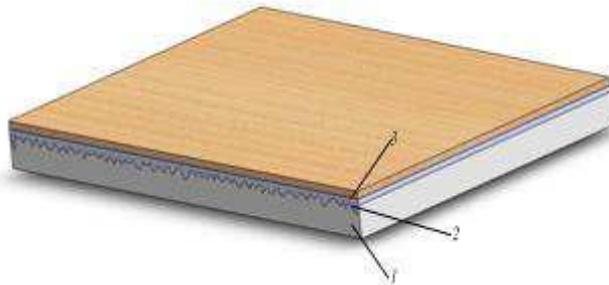


Рис.1. Структура плиты: 1 – плита ДСтП; 2 – связующее; 3 – ламинат

В связи с тем, что все три слоя отличаются физико-механическими свойствами, возникает необходимость использовать технологические режимы, удовлетворяющие качественной обработке всех трех слоев. Наиболее сложно выбрать технологические режимы для обработки хрупкого и очень твердого ламината. Неправильно выбранный режим обработки приводит к появлению сколов (рис. 2), что недопустимо. Логично использовать меньшую скорость подачи и большую скорость вращения сверла, чтобы исключить появление таких дефектов. Такой подход позволяет избавиться от брака, но крайне негативно сказывается, во-первых, на производительности, во-вторых, на периоде стойкости инструмента и, в-третьих, на энергопотреблении.

Следующим этапом обработки является слой связующего, но он настолько мал, что им можно пренебречь, после него нужно обрабатывать саму плиту, которая имеет градиент плотности по толщине-более плотные слои у поверхности плиты и менее плотные в середине. В отличие от ламината этот слой более рыхлый и менее твердый, и для его обработки логично было бы выбрать технологические режимы с высокой скоростью подачи, чтобы обеспечить наибольшую производительность.



Рис. 2. Дефект обработки сверлением

И если материал ламинирован с двух сторон, а нужно получить сквозное отверстие то опять возникает необходимость учитывать хрупкость материала на выходе сверла. В итоге процесс сверления ЛДСтП можно разделить на несколько этапов (рис. 3).

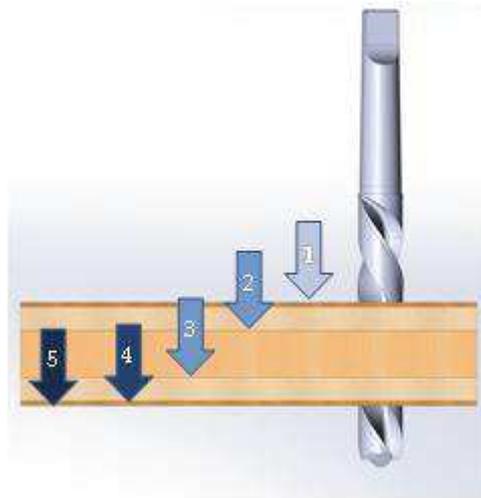


Рис. 3. Этапы сверления ЛДСтП

Исходя из всего вышесказанного, логично было бы изменять технологические режимы на каждом этапе обработки (рис. 4), тогда можно было бы добиться и высокого качества продукции без брака, и высокой производительности.

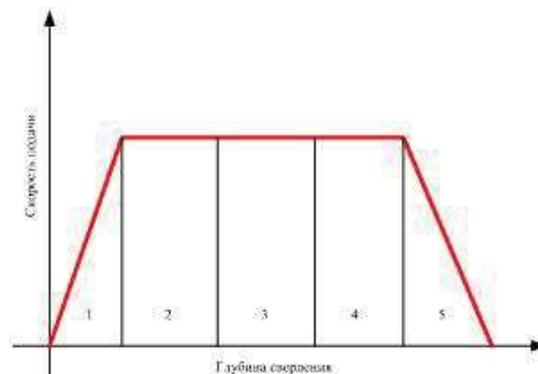


Рис. 4. График изменения скорости подачи в зависимости от этапов обработки

Для подтверждения эффективности данной методики были проведены лабораторные испытания. В качестве лабораторной установки использовали многооперационную машину с числовым программным управлением (ЧПУ) Rover b 4.35. Возможности машины позволяют программно изменять технологические режимы обработки в реальном режиме времени и измерять потребляемую мощность.

Результаты лабораторных исследований полностью подтвердили гипотезу эффективности метода динамического изменения технологических режимов.

К большому сожалению, у большинства многошпиндельных сверлильных станков, используемых на деревообрабатывающих предприятиях, нет возможности изменять технологические режимы динамически непосредственно в процессе сверления, что делает невозможным использование такого подхода.

В случае использования обрабатывающих центров с числовым программным управлением (ЧПУ) оператор в состоянии изменить режимы динамически в процессе работы принудительно, но это превращает полностью автоматизированный процесс обработки на машинах с ЧПУ в подобие ручной обработки. Так как процесс зачастую происходит на значительном удалении от оператора, то в рамках серийного производства осуществить такого рода принудительное изменение технологических режимов практически невозможно. Логичным выходом из ситуации было бы изменение управляющей программы, но, к сожалению, не все модели станков с ЧПУ позволяют изменять эти параметры поставляемым программным обеспечением.

Выходом в данной ситуации может быть создание инструмента, позволяющего вне зависимости от технических возможностей оборудования, на котором происходит обработка, менять технологические режимы динамически.

Авторами была предложена конструкция такого инструмента (рис. 5, 6).

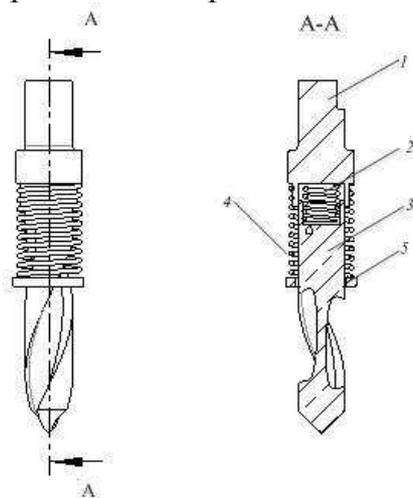


Рис. 5. Сверло сборное для сверления ЛДСтП: 1- хвостовик, 2 - внутренний упругий элемент, 3 - режущая часть, 4 - внешний упругий элемент, 5- предохранительный элемент (шайба)

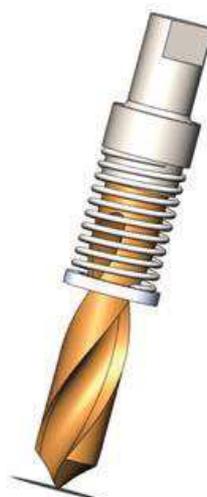


Рис. 6. Сверло сборное для сверления ЛДСтП

Сверло представляет собой сборную конструкцию, состоящую из режущей части, которая может быть любой конструкции с подрезателями и без них, соединенную с хвостовиком через упругий элемент, и еще одного упругого элемента, установленного поверх режущей части. На торце внешнего упругого элемента находится защитная шайба, которая предохраняет ламинат от возможного повреждения.

Внутренний упругий элемент в момент соприкосновения режущей части сверла с обрабатываемым материалом сжимается и тем самым уменьшает скорость подачи. Расчет данного упругого элемента сводится к условию, что сила упругости пружины должна быть больше силы сопротивления подаче  $F_{упр} \geq F_0$  (рис.7)

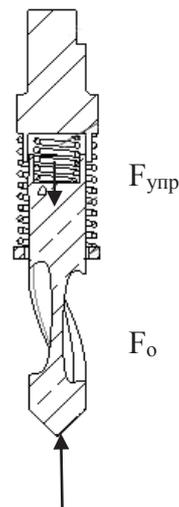


Рис. 7. Расстановка сил

Далее сверло работает как обычное, т. к. упругий элемент сжат. Внешний упругий элемент работает в момент, когда процесс завершается, т. е. когда сверло выходит из обрабатываемого материала при сверлении насквозь. Внешний элемент опирается на поверхность заготовки, что также обеспечивает снижение скорости подачи.

Для определения параметров пружины, необходимо рассчитать ее жесткость. Ввиду упрощения расчётов составим дифференциальное уравнение второго порядка.

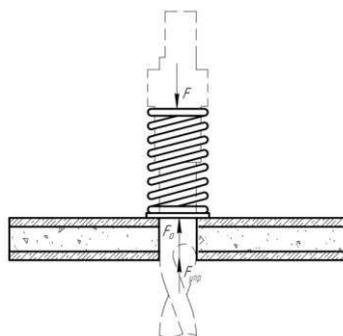


Рис. 8. Расстановка сил

Для этого запишем второй закон Ньютона для рассматриваемой ситуации.

$$F - F_{\text{упр}} - F_o = ma \quad (1)$$

где  $F$  – тяговое усилие, Н;

$F_{\text{упр}}$  – сила упругости, Н;

$F_o$  – сила сопротивления, Н;

$m$  – масса инструмента, кг;

$a$  – ускорение инструмента, м/с<sup>2</sup>

Так как  $F_{\text{упр}} = c \cdot x$ , где  $c$  – коэффициент жесткости упругого элемента, Н/м;  $x$  – деформация упругого элемента, м. Ускорение  $a$  есть вторая производная от пути, то получим следующее дифференциальное уравнение:

$$F - cx - F_o = m\ddot{x} \quad (2)$$

Решим данное общее уравнение:

$$m\ddot{x} + cx = F - F_o \quad (3)$$

$$\ddot{x} + \frac{c}{m}x = \frac{F - F_o}{m} \quad (4)$$

Для простоты решения уравнения произведем подстановку  $\ddot{x} = z^2$ ,  $x = l$ . Дифференциальное уравнение примет вид:

$$z^2 + \frac{c}{m} = 0 \quad (5)$$

Решив уравнение (5) получим комплексные корни, где  $i$  – мнимая единица.

$$z_{1,2} = \pm \sqrt{\frac{c}{m}}i \quad (6)$$

Таким образом, частное решение данного уравнения ищем в виде

$$x_1 = C_1 \cos\left(\frac{c}{m}t\right) \quad (7)$$

$$x_2 = C_2 \sin\left(\frac{c}{m}t\right) \quad (8)$$

где  $C_1$  и  $C_2$  – постоянные интегрирования;  $t$  – время

Тогда решение примет вид:

$$x = \frac{F - F_0}{c} + C_1 \cos\left(\sqrt{\frac{c}{m}}t\right) + C_2 \sin\left(\sqrt{\frac{c}{m}}t\right) \quad (9)$$

Для нахождения постоянных интегрирования проинтегрируем выражение (9), а так же зададимся начальными условиями.

Начальные условия:  $x = 0$ ;  $t = 0$ ;  $\dot{x} = 0$

$$\dot{x} = -C_1 \sin\left(\sqrt{\frac{c}{m}}t\right)\sqrt{\frac{c}{m}} + C_2 \cos\left(\sqrt{\frac{c}{m}}t\right)\sqrt{\frac{c}{m}} \quad (10)$$

Таким образом, подставив начальные условия в оба выражения получим решение:

$$\begin{cases} 0 = \frac{F - F_0}{c} + C_1 \\ 0 = C_2 \sqrt{\frac{c}{m}} \end{cases} = \begin{cases} C_1 = -\frac{F - F_0}{c} \\ C_2 = 0 \end{cases}$$

$$x = \frac{F - F_0}{c} - \frac{F - F_0}{c} \cos\left(\sqrt{\frac{c}{m}}t\right) \quad (11)$$

Таким образом, данная конструкция сверла позволит реализовать изменение скорости подачи на этапе входа и выхода инструмента из обрабатываемого материала.

Изменяя параметры упругих элементов, можно использовать данный инструмент для различных плитных материалов с разным покрытием по толщине и плотности.

**Заключение.** Использование данного типа инструмента при сверлении плитных материалов позволит в значительной мере сократить количество брака, увеличить производительность вместе со снижением энергопотребления. Предполагаемая стоимость изготовления подобного сверла при серийном производстве значительно меньше затрат на устранение брака или модернизацию используемого оборудования.

### Список литературы

1. Вихренко, В. С. Прикладная теория колебаний / В. С. Вихренко // учебное пособие. – Минск, 2002.

**Аннотация**

**ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ВИНТОВЫХ СВЕРЛ,  
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ  
ЛАМИНИРОВАННЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

А. Ф. Аникеенко, А. Ю. Тишевич

*Статья описывает особенности новых конструкций сборных винтовых сверл для сквозного сверления плитных материалов. Проведен детальный анализ рекомендуемых режимов сверления ламинированных древесностружечных плит. Выделены недостатки и полное отсутствие теоретических основ рассмотренных режимов. Описаны дефекты, возникающие при сверлении ламинированной древесностружечной плиты, как на входе в заготовку, так и на выходе. Предложена новая конструкция сборных винтовых сверл, позволяющая механическим путем изменять скорость подачи при сверлении, тем самым предотвращать появления дефектов на поверхности ламинированной древесностружечной плиты.*

**Abstract**

**CONSTRUCTION FEATURES OF SCREW DRILLS, PROVIDING HIGH  
QUALITY DURING THE LAMINATED BOARDS PROCESSING**

Anikeyenko A. F., Tishevich A. U.,

*This article describes the features of the new designs prefabricated spiral drill bits for drilling through materials. Detailed analysis of the recommended modes of drilling in laminated chipboard. The highlighted shortcomings and complete lack of the theoretical foundations of the considered modes. Describes the defects that are generated during drilling of laminated particle Board, as at the entrance into the workpiece and the output. The new design prefabricated spiral drills, which allows mechanical means to change the feed speed during drilling, thereby preventing the occurrence of defects on the surface of laminated chipboard.*