

УДК 674.055:621.95

А. Ф. Аникеенко, Т. А. Машорипова

Белорусский государственный технологический университет

**НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ СВЕРЛА СБОРНОГО
ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЛАМИНИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ**

Статья описывает необходимость создания новой конструкции сверлильного инструмента для сверления сквозных отверстий в ламинированных древесностружечных плитах. Проведен анализ рекомендуемых режимов сверления ламинированных древесностружечных плит. Рассмотрены дефекты при сверлении ламинированной древесностружечной плиты, связанные со свойствами основных слоев плитного материала. Обоснована необходимость в проектировании сборных сверл особой конструкции. Предложена новая конструкция сборных винтовых сверл, позволяющая механическим путем изменять скорость подачи непосредственно во время обработки ламинированной древесностружечной плиты, тем самым предотвращая появление сколов на поверхности хрупкого слоя (ламината) плиты.

Ключевые слова: конструкция, совершенствование, древесностружечная плита, сверление, сверло.

A. F. Anikeenko, T. A. Mashoripova

Belarusian State Technological University

**NEW DESIGN OF PRECAST DRILL
FOR MACHINING OF LAMINATED CHIPBOARDS**

The article describes the need to create a new design of drilling tools for drilling through holes in laminated chipboards. The analysis of the recommended modes of drilling laminated chipboard. Considered defects when drilling laminated chipboard-related properties of the major layers of plate material. The necessity in the design of modular drills of special design. A new design of prefabricated screw drills is proposed, which allows mechanically changing the feed rate directly during the processing of laminated chipboard, thereby preventing the appearance of chips on the surface of the brittle layer (laminate) of the plate.

Key words: design, improvement, particle board, drilling, drill.

Введение. В производстве корпусной и офисной мебели широкое распространение нашли ламинированные древесностружечные плиты. Однако их обработка вызывает некоторые сложности. Можно выделить следующие основные проблемы:

- физико-механические свойства материала;
- отсутствие технологических режимов для обработки данного материала;
- отсутствие рекомендаций по геометрии режущего инструмента и его конструкции [1].

Важными характеристиками инструмента, влияющими на качество обработки силы и мощность резания, являются угол наклона винтовой канавки ϵ , угол подъема винтовой канавки τ , диаметр сверла D и угол при вершине 2φ (рис. 1).

На процесс сверления древесины и древесных материалов оказывает влияние много факторов, среди которых можно выделить три основные группы: 1) факторы, относящиеся к исследуемому материалу (физико-механические свойства Л-ДСП); 2) факторы, относящиеся к режущему инструменту (геометрические параметры сверла, углы резания, марка стали и пр.);

3) режимы резания или обработки (скорость главного движения, скорость подачи).

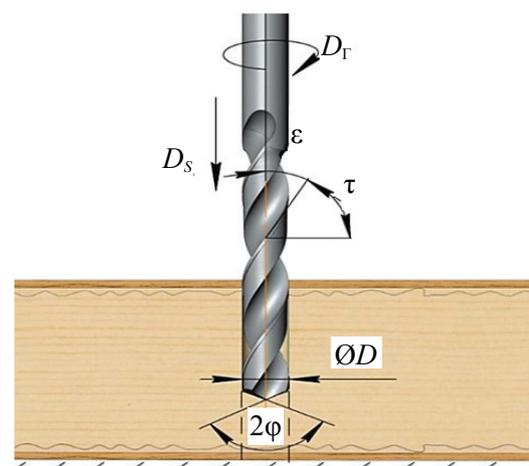


Рис. 1. Схема обработки сверлением

Основная часть. В современной древесностружечной плите (рис. 2) выделяют три основных слоя: ламинат, покрывающий поверхность плиты, некоторое количество связующего и непосредственно сама плита [2].

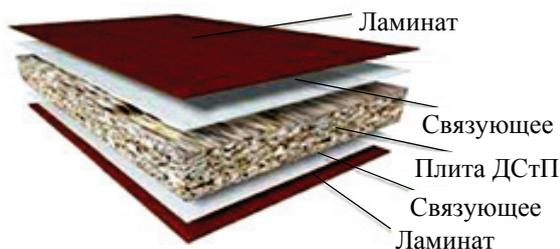


Рис. 2. Структура плиты

Вторым 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. 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 ламинированной древесностружечной плиты можно разделить на несколько этапов, как показано на рис. 3.

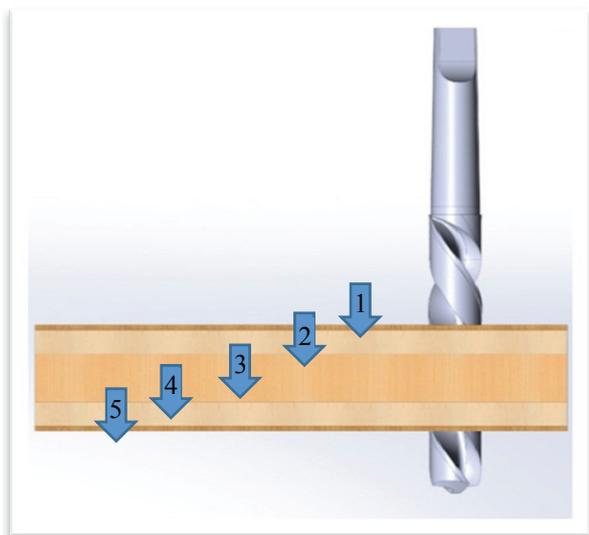


Рис. 3. Этапы сверления ДСтП

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

В случае использования обрабатывающих центров с числовым программным управлением оператор в состоянии принудительно динамически изменить режимы в процессе работы, но это превращает полностью автоматизиро-

ванный 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 не все модели станков с ЧПУ позволяют изменять эти параметры поставляемым программным обеспечением. В программе реализована возможность настраивать значения требуемых переменных факторов, за исключением толщины стружки, которая изменялась косвенно через значение скорости подачи V_s . Получение выходных данных и их обработка осуществляется с помощью аналогово-цифрового преобразователя (АЦП). Принципиальная схема экспериментальной установки представлена на рис. 4

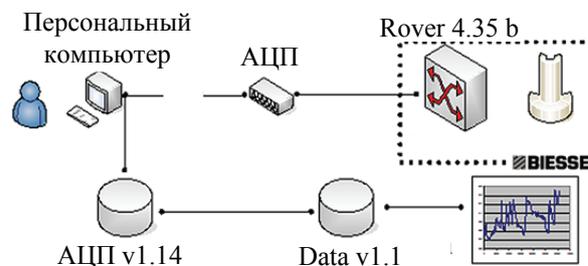


Рис. 4. Принципиальная схема экспериментальной установки

АЦП позволяет с точностью ± 5 Вт регистрировать в реальном режиме времени энергозатраты процесса.

На большинстве предприятий, к сожалению, у преобладающего числа многошпиндельных сверлильных станков нет возможности изменять технологические параметры динамически непосредственно в процессе сверления, что делает невозможным использование такого подхода.

Обработка древесины и древесных материалов методом сверления остается значимым технологическим процессом в столярно-строительном и мебельном производствах. Существуют различные методики проведения экспериментов по изучению свойств дереворежущего инструмента [2]. Но большинство из них охватывает не более одного исследуемого варьируемого параметра, влияющего на интересующий нас показатель – качество обработанной поверхности.

Все факторы, оказывающие существенное влияние на процесс обработки ламинированной древесностружечной плиты адаптивным инструментом, разделяются на две группы: постоянные и переменные.

Переменные факторы, относящиеся к обрабатываемому материалу, по своим разнообразию и сочетаниям требуют значительных затрат. Например, при изготовлении древесностружечных плит возможно содержание связующего от 4 до 12%. Изучение влияния такого фактора требует создания специальной лабораторной установки для изготовления образцов древесностружечных плит, что практически не осуществимо вследствие сложности выполнения технологических требований получения данного древесного материала.

При сверлении древесных материалов наиболее распространенной формой режущей части сверла является заточка с подрезателями и направляющим центром. При такой заточке сверло имеет пять режущих элементов: две главные режущие кромки, два подрезателя и направляющий центр. Гораздо реже применяют коническую заточку, когда сверло имеет две режущие кромки, наклоненные под углом φ к оси вращения.

Наибольшее влияние на усилие резания оказывают угловые параметры главной режущей кромки – угол резания δ и задний угол α . Направляющий центр, назначение которого – повысить точность сверления, и подрезатели, улучшающие качество сверления, характеризуются в основном высотой над главной режущей кромкой. Изменение углов резания главной режущей кромки оказывает влияние только на силовые показатели процесса сверления, так как качество сверления зависит только от боковых режущих элементов сверла [3].

Задний угол. Если увеличивать значение заднего угла, оставляя постоянным угол резания, то $M_{кр}$ и $P_{ос}$ уменьшаются, причем осевое усилие снижается сильнее, чем крутящий момент (рис. 5, а). Увеличение заднего угла до 25° при $\delta = 45^\circ$ дает угол заточки всего в 20° , при этом в связи с уменьшением прочности реза происходит некоторое вибрирование последнего, что вызывает повышение $M_{кр}$ и $P_{ос}$. Наименьшие абсолютные значения и темпы роста усилий резания наблюдаются при значениях угла $\alpha = 18\text{--}25^\circ$.

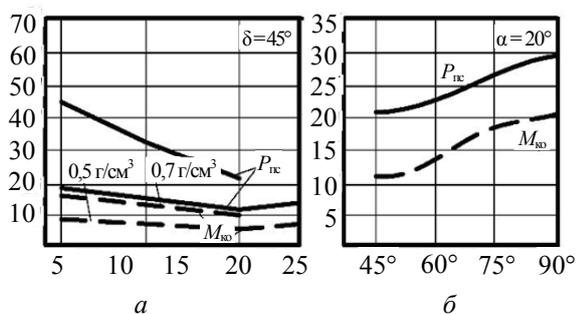


Рис. 5 Зависимость осевого усилия и крутящего момента от угловых параметров сверла: а – от заднего угла; б – от угла резания

Угол резания. С увеличением угла резания крутящий момент и осевое усилие растут во всех случаях (рис. 5, б), причем $M_{кр}$ растет в большей степени, чем $P_{ос}$. Наименьшие абсолютные значения и темпы роста усилий резания наблюдаются при значениях углов $\delta = 45\text{--}60^\circ$ [3].

При увеличении числа оборотов (от 1500 до 4550 мин^{-1}) происходит незначительное падение $M_{кр}$ и $P_{ос}$ при постоянно подаче на резец. Поскольку толщина стружки остается постоянной, то и силы резания мало отличаются друг от друга. При данных значениях чисел оборотов и средних диаметров (10–15 мм) получается скорость резания 0,8–3,0 м/с. При увеличении скорости резания в этом диапазоне не изменяется существенно процесс перерезания древесных частиц.

Число оборотов сверла влияет на температурный режим сверления, т. е. при большом числе оборотов возможен перегрев и даже прижигание стенок отверстия. Это нежелательно, так как снижает износостойкость инструмента и ухудшает качество сверления. Специальные исследования показали, что с этой точки зрения наилучшим числом оборотов является 2880 мин^{-1} [3].

Подача на резец. С увеличением подачи на резец (от 0,125 до 0,750 мм) увеличивается толщина стружки, а следовательно, и сопротивление резанию, что вызывает рост $M_{кр}$ и $P_{ос}$. Рост $M_{кр}$ происходит по линейной зависимости. Рост осевого усилия неравномерен [4].

Диаметр сверла. С увеличением диаметра сверла в диапазоне от 7,5 до 20,0 мм происходит рост крутящего момента и осевого усилия по зависимости, близкой к кривой второго порядка. Характер зависимости $M_{кр}$ и $P_{ос}$ от диаметра не меняется при сверлении плит с различными объемными весами и содержанием связующего при работе с разными подачами на резец.

Форма заточки режущей части сверла. При сверлении как в кромку, так и в плоть плиты сверло с конической заточкой дает большие усилия резания, чем сверло с подрезателями и направляющим центром. В последнем случае главная режущая кромка перпендикулярна продольной оси сверла и угол $\varphi = 90^\circ$, а при конической заточке угол $\varphi = 60, 45^\circ$ и т. д. Уменьшение угла φ приводит к уменьшению заднего угла в плоскости, нормальной к режущей кромке, вызывая рост усилий сверления. При сверлении в плоть рост сил происходит и от увеличения угла встречи с волокнами древесных частиц [3].

В связи с тем что все три слоя отличаются физико-механическими свойствами, возникает необходимость использовать технологические режимы, удовлетворяющие качественной обработке всех трех слоев одновременно. Наиболее сложно выбрать технологические режимы для обработки хрупкого и очень твердого ламината

с двух сторон рассматриваемого материала. Неправильно выбранный режим обработки приводит к появлению сколов (рис. 6), что недопустимо. Использование небольших скоростей подачи и большей частоты вращения сверла позволяет избавиться от такого рода брака, но негативно сказывается на производительности оборудования, на периоде стойкости инструмента и на энергопотреблении [5].



Рис. 6. Сколы на поверхности ДСтП

В связи с этим в данной работе было спроектировано сверло спиральное сборное (рис. 7). Конструкция данного сверла состоит из хвостовика, тела сверла и одной пружины с переменным шагом. Это сверло позволит, имея систему упругих элементов, с переменной шагом обрабатывать древесностружечные плиты, в том числе и ламинированные, исключая возможность появления сколов на входе и выходе инструмента. Дело в том, что коэффициент жесткости пружины с переменным шагом увеличивается с увеличением нагрузки, что повышает надежность и увеличивает срок ее службы. Применение сверл данного типа в первую очередь позволит улучшить качество обработанной поверхности, а также увеличить

стойкость сверл за счет уменьшения скорости подачи. Применение такого типа сверл также экономически выгодно, так как закупается только тело сверла, а хвостовики остаются прежние.

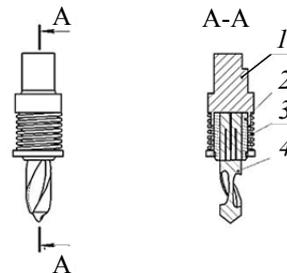


Рис. 7. Прототип сверла спирального сборного:

1 – хвостовик; 2 – патрон;
3 – упругий элемент; 4 – сверло

Упругий элемент в момент соприкосновения режущей части сверла с обрабатываемым материалом сжимается и тем самым уменьшает скорость подачи. Далее сверло работает как обычное. При увеличении нагрузки на пружину, в момент когда процесс сверления завершается, чаще расположенные витки начинают смыкаться. При этом число работающих витков уменьшается и, соответственно, пружина становится жестче.

Закключение. 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.

Литература

1. Волынский В. Н. Технология древесных плит и композитных материалов: учеб.-справ. пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2010. 336 с.
2. Бершадский А. Л. Расчет режимов резания древесины. Минск: Вышэйшая школа, 1966. 176 с.
3. Цуканов Ю. А., Амалицкий В. В. Обработка резанием древесностружечных плит. М.: Лесная промышленность, 1966. 94 с.
4. Любченко В. И. Резание древесины и древесных материалов: учеб. пособие для вузов. М.: Лесная промышленность, 1986. 296 с.
5. Аникеев А. Ф., Гришкевич А. А., Гаранин В. Н. Влияние элементов режима сверления ламинированных древесностружечных плит на качество поверхности // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2017. № 2 (198). С. 391–394

References

1. Volynski V. N. *Tehnologiya drevesnykh plit i kompozitnykh materialov* [Board technology and composite materials]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2010. 336 p.
2. Bershadski A. L. *Raschet rezhimov rezaniya drevesiny* [Computation of cutting wood]. Minsk, Vysheyschaya shkola Publ., 1966. 176 p.

3. Tsukanov Yu. A., Amalytskiy V. V. *Rezanie drevesiny i drevesnykh materialov* [Chipboard cutting]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1966. 94 p.

4. Lyubchenko V. I. *Rezanie drevesiny i drevesnykh materialov* [Cutting wood and wood material]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1986. 296 p.

5. Anikeenko A. F., Grishkevich A. A., Garanin V. N. The influence of the elements of the mode of drilling laminated chipboard on the surface quality. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 1, Forestry. Nature management. Processing of renewable resources, 2017, no. 2 (198), pp. 391–394 (In Russian).

Информация об авторах

Аникеенко Андрей Федорович – кандидат технических наук, доцент кафедры деревообрабатывающих станков и инструментов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 19, Республика Беларусь). E-mail: dosy@belstu.by

Машорипова Татьяна Александровна – аспирант кафедры деревообрабатывающих станков и инструментов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: dosy@belstu.by

Information about the authors

Anikeenko Andrey Fedorovich – PhD (Engineering), Assistant Professor, the Department of Woodworking Machines and Tools. Belarusian State Technological University (19, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: dosy@belstu.by

Mashoripova Tatiana Aleksandrovna – PhD student, the Department of Woodworking Machines and Tools. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: dosy@belstu.by

Поступила 14.03.2019