

Особенности процесса шлифования древесины и влияние пути резания на потребляемую мощность

А.П. Фридрих, к.т.н., доцент,
О.И. Костюк, аспирант, БГТУ, Минск

Как известно, процесс абразивной обработки с преобладанием резания называют шлифованием, с преобладанием истирания-полированием. В силу ряда особенностей (непостоянного большого количества участвующих в резании зерен-резцов, неупорядоченности геометрии зерен-резцов и срезаемых ими слоев) шлифование следует рассматривать как специфический процесс резания, к описанию которого не могут быть непосредственно применены закономерности обычного резцового резания (1).

Учитывая современные требования к процессам шлифования нами проведены исследования затрат мощности на шлифование древесины сосны, березы, ольхи и дуба электрокорундовым шлифовальным инструментом зернистостью P80, P120, P150, P320. Длина заготовок 1000 мм, ширина – 150 мм, базовая толщина 35, 40 мм. Исследования проводились на экспериментальной установке, разработанной на кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов. В качестве базовой машины при разработке экспериментальной установки принят шлифовальный станок с числовым программным обеспечением, имеющий три рабочие агрегата (рисунок 1).



Рисунок 1 – Станок модели «Houfek Bulldog Brick FRC-910»

Принятие базовой модели в качестве экспериментальной установки обосновано следующими соображениями:

- наличие трех агрегатов позволяет проведение исследований для трех видов процесса резания, а именно фрезерование, калибрование методом абразивной обработки и чистовое шлифование;
- фрезерный агрегат позволяет образовывать поверхность с достаточно высокой точностью, с заданным припуском на калибрование и самого шлифования;
- оснащение современной регистрирующей аппаратуры на базе ЭВМ дает возможность фиксировать затраты мощности как отдельно взятых агрегатов, так и всех в совокупности или в различных сочетаниях. Например, фрезерование-калибрование, калибрование-шлифование;

- базовая модель станка позволяет производить настройку на технологические режимы в широком диапазоне с изменением переменных факторов.

Известно, что шероховатость поверхности в значительной мере зависит от номера зернистости ленты, которую отображает размер абразивного зерна. Чем меньше зернистость шлифовального инструмента, тем выше качество обрабатываемой поверхности (2). Это явление можно объяснить тем, что с уменьшением номера зернистости с поверхности, что обрабатывается, снимается большое количество стружек, вследствие чего увеличивается число царапин на детали. Так как шлифование мелкозернистой шкуркой в большинстве своем проводят с малой глубиной резания, то и глубина самих царапин уменьшается. Для одной зернистости абразивного инструмента с увеличением глубины шлифования длина шлифовальной поверхности за период стойкости инструмента уменьшается. При постоянной глубине шлифования, с увеличением номера зернистости, увеличивается и величина съема обрабатываемого материала. Установлено, что для абразивного инструмента различной зернистости существует свой рациональный диапазон глубины шлифования. Так для инструментов зернистостью P50 этот диапазон составляет 0,05...0,2 м, для инструментов зернистостью P40, P36, P24 и P22 соответственно 0,1...0,3 мм, 0,1...0,4 мм, 0,2...0,5 мм, 0,2...0,6 мм.

Для достижения минимальной высоты микронеровностей на обрабатываемой поверхности необходимо использовать при шлифовании мелкозернистые ленты. Но, с другой стороны, для того, чтобы с максимальной скоростью ликвидировать все дефекты на обрабатываемой поверхности, которые возникли на предыдущих операциях механической обработки, для шлифования необходимо использование абразивных инструментов с большим номером зернистости, которые имеют большие значения рациональной глубины шлифования.

Поскольку во всех случаях резание представляет собой последовательный сдвиг или скол отдельных элементов, называемыми стружками, с помощью резца, к которому приложена определенная сила, то в общем случае процесс шлифования имеет несколько особенностей, которые существенно отличают его от процесса резания, а именно:

- хаотичное размещение большого количества зерен на рабочей поверхности абразивного инструмента;
- разная высота зерен;
- после непродолжительной работы инструмента вершины зерен получают сложную форму, которая лишь приближается к сферической, в большинстве случаев на них появляются площадки износа;
- снятие большого количества стружек за короткий промежуток времени;
- силы трения, возникающие при резании, повышают температуру в зоне контакта.

Основной особенностью теплового процесса шлифования древесины является очень малый промежуток времени действия теплового источника большой мощности, который измеряется тысячными долями секунды. За такое короткое время происходит нагрев до несколько сот градусов. В результате высокоскоростного термического процесса происходит очень неравномерный прогрев поверхностного слоя, температурное поле затухает на малой глубине и, таким образом, создается высокий температурный градиент. Источником тепла, которое возникает при шлифовании древесины, главным образом является работа деформирования обрабатываемого материала и работа трения абразивных зерен и связующего с поверхностью, которая шлифуется.

Физико-механические свойства древесины существенным образом влияют на технологию обработки и конструкцию шлифовального инструмента. Значительное влияние на процесс шлифования оказывает теплопроводность древесины. Она составляет 0,15...0,25 Вт X м/град, что на много меньше чем у металлов. Такая низкая теплопроводность предопределяет слабый отвод тепла, приводит к концентрации в зоне трения, оказывает содействие появлению прижогов на поверхности древесины.

В результате исследований установлено, что уменьшение зернистости инструмента приводит к уменьшению расстояния между зернами (3). Это способствует росту работы трения, что в свою очередь увеличивает температуру в зоне контакта инструмента и обрабатываемой детали. Определена проблема, возникающая в процессе финишного шлифования древесины, суть которой состоит в возможности как максимально быстро получить необходимое качество обрабатываемой поверхности.

Для достижения необходимой шероховатости поверхности нужно уменьшать зернистость инструмента. Для повышения скорости устранения микронеровностей на обрабатываемой поверхности и уменьшения температуры в зоне шлифования (что не допустит образования прижогов) необходимо использовать в шлифовальных лентах абразивного материала большего номера зернистости. Как правило, эту проблему решают, используя многоразовое шлифование с постепенным уменьшением зернистости абразивного инструмента.

Для того чтобы из исходной поверхности обрабатываемой поверхности древесины $Rm_{max} = 65 \text{ мкм}$ получить конечную $Rm_{max} = 16 \text{ мкм}$, необходимо трехразовое шлифование инструментом зернистостью соответственно P60, P120 и P180 [3].

Высокоэффективным методом решения обсуждаемой проблемы интенсивным путем является создание новых видов шлифовальных инструментов, конструкция которых позволяет сочетать возможности жесткой и эластичной схем обработки. Электронный секционный утюжок представлен на рисунке 2.

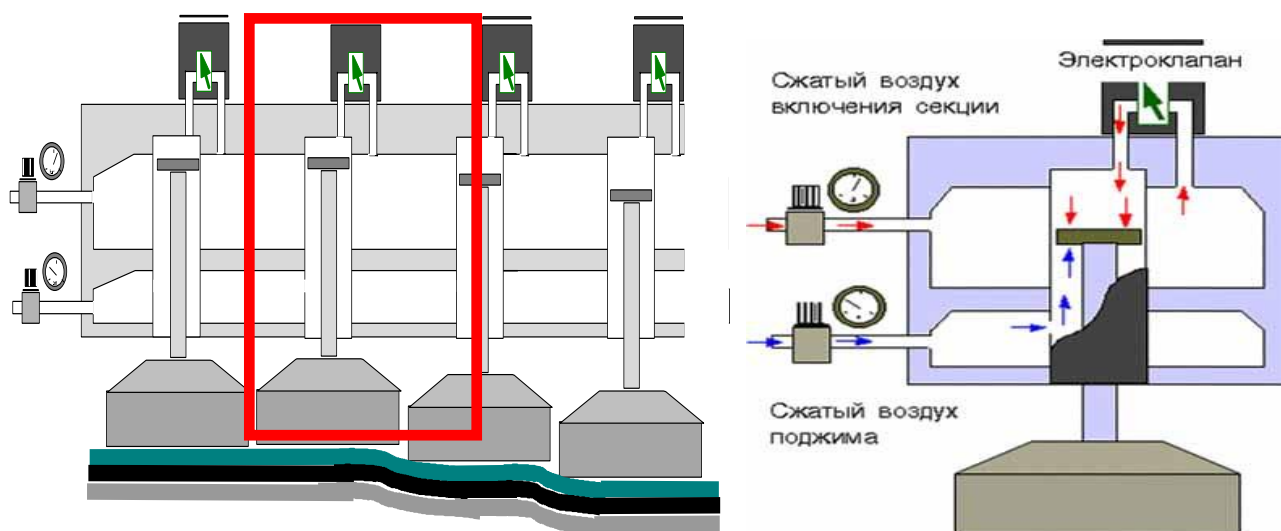


Рисунок 2 – Электронный секционный утюжок

Утюжок состоит из секций, могущих работать независимо одна от другой. Работу каждой секции обеспечивает отдельный электроклапан: при срабатывании электроклапана в камеру над пневматическим поршнем подается сжатый воздух (сжатый воздух включения секции), обеспечивающий изменение профиля утюжка за счет опускания поршня; при закрытии электроклапана, подаваемый в камеру под поршнем воздух (сжатый воздух поджима) обеспечивает поднятие поршня. Сравнительные характеристики утюжков приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики утюжков

Характеристики	DMC	HESEMANN	COSTA
Шаг	30 мм	60 мм	32 мм
Ход по вертикали	9 мм	5 мм	8 мм
Тип привода	Цилиндр двойного действия	Электромагнитный	Цилиндр двойного действия
Считывание	С эффектом «Hall»	Микровыключатель	Микровыключатель

Система считывания на входе определяет геометрию панели и, с помощью электронного блока, задействует соответствующие секции утюжка, синхронизируя данный процесс со скоростью подачи (секции включаются когда заготовка доходит до их середины, не допуская таким образом округления кромок).

При шлифовании на станке древесины березы при съеме величины припуска на 0,4 мм, скорости резания 18 м/с и при скорости подачи 4, 6 м/мин получился следующий профиль шероховатости обработанной поверхности (рисунок 3, 4).

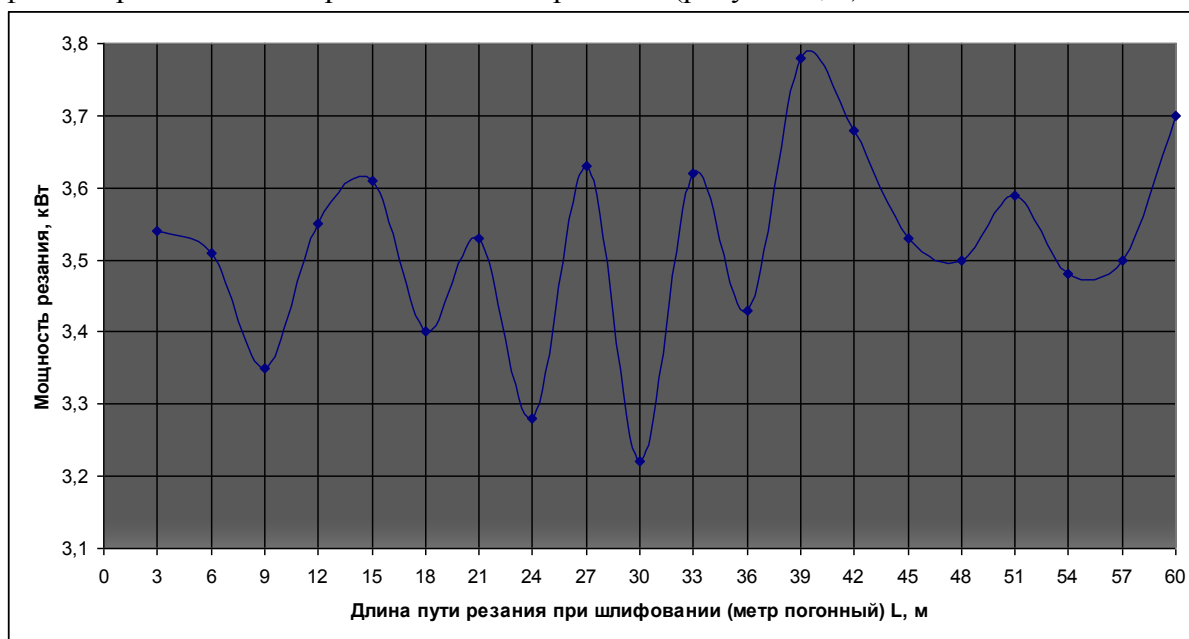


Рисунок 3 – Зависимость мощности на резание от длины пути шлифования древесины березы при скорости подачи 4 м/мин

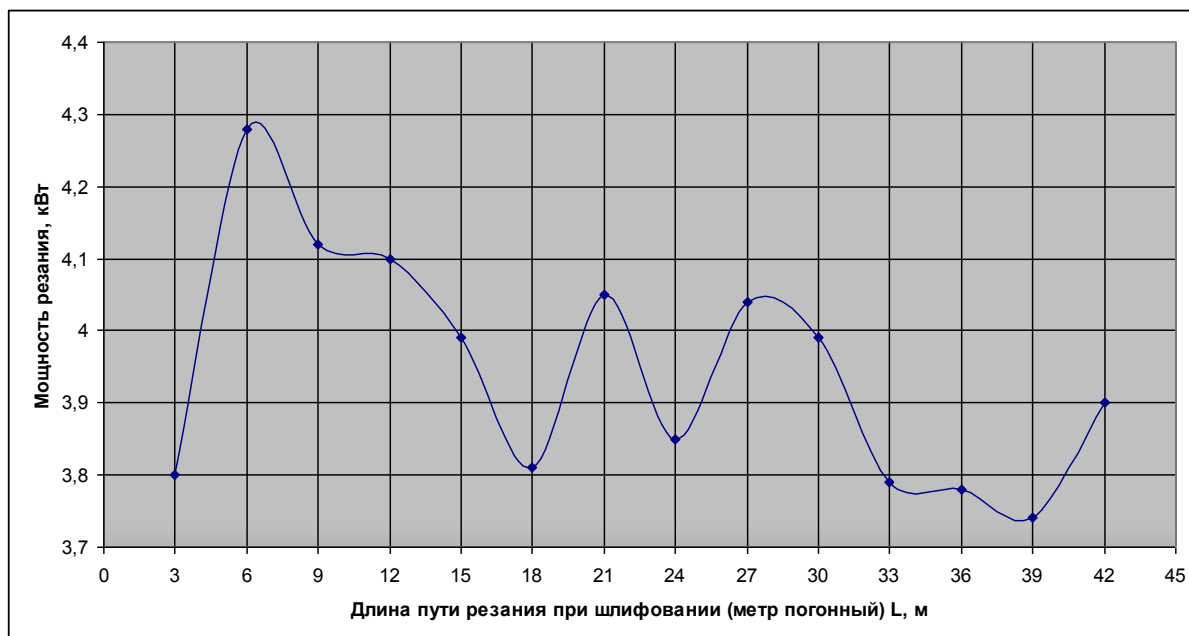


Рисунок 4 – Зависимость мощности на резание от длины пути шлифования древесины березы при скорости подачи 6 м/мин

Как видно из графиков, при шлифовании древесины березы на малых скоростях подачи затраты мощности на процесс резания в среднем можно считать величиной постоянной. Незначительные колебания выходного показателя от средней величины вызваны в основном потерей режущей способности активных зерен из-за «засаливания» в пространстве между зернами мелкой фракции древесины (рис. 3). При увеличении скорости подачи размеры фракций возрастают и, как следствие, теряют свойство налипания. В данном случае абразивные зерна имеют тенденцию к истиранию вершин в результате чего глубина вдавливания уменьшается, что приводит к падению мощности (рис. 4). Аналогичные зависимости имеют место и при шлифовании других древесных материалов. Притом, при калибровании древесины ольхи затраты мощности на 150 мм ширины шлифования составило в среднем 0,5 кВт, а березы в 2,5-3 раза больше.

ВЫВОДЫ:

1. При шлифовании древесины березы при съеме величины припуска на 0,4 мм, скорости резания 18 м/с и при скорости подачи 4, 6 м/мин затраты на мощность процесса резания в среднем можно считать величиной постоянной.
2. При шлифовании твердых древесных пород затраты мощности выше. Так, например, при калибровании древесины ольхи - необходимо на выполнение в среднем 0, 5 кВт, а березы в 2,5 – 3 раза больше.
3. Из полученных данных эксперимента при шлифовании древесины рекомендуется использовать следующие режимы: скорость подачи (4-9 м/мин), скорость резания (15-20 м/с), величина припуска (0,4 мм).

Библиографический список

1. Яцюк А.И. Новый способ механической обработки древесины. – Львов: Вища школа. 1975. - С. 42.
2. Маслов Е.Н. Теория шлифования материалов. – М.: Машиностроение, 1974. – С. 201.
3. Буглай Б.М., Гончаров Н.А. Технология изделий из древесины. – М.: Лесная промышленность, 1985. – С. 84.