



## МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ ПРОПИТАННОЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Eugenia Kargashina – Mikhael Chernykh

### ABSTRACT

*Influence of impregnation with unreal (colloidal) solutions was investigated in the article. All unreal solutions contain dispersion phase with various sizes of particles, so they have an effect on physical and mechanical properties of birch and aspen wood. And also, we determinate parameters of impregnation composition which provide the best free milling properties and the best surface quality.*

**Key words:** *wood, structure, free milling properties, degree of roughness, chip formation, dispersion phase*

### ВВЕДЕНИЕ

В процессе механической обработки происходит разрушение связей между частицами материала по заданной поверхности. Механическая обработка древесины осуществляется методами раскалывания, давления, дробления, резания. Наибольший интерес при формообразовании изделий из древесины представляют способы обработки резанием.

Целью обработки резанием, помимо получения деталей заданной формы и размеров, является достижение: высокого качества получаемой поверхности (точности и низкой шероховатости), минимальных затрат энергии и высокой производительности.

Обычно, вопросы, связанные с повышением качества процесса резания, исследуются с точки зрения технологии, а именно, с выбором режимов, совершенствованием режущего инструмента. Однако, они также могут быть рассмотрены с точки зрения свойств обрабатываемого материала, как исходного условия для создания технологического процесса.

На показатели обрабатываемости резанием большое влияние оказывают макро- и микроструктура и анатомическое строение древесины (Амалицкий В.В., 1992). В процессе модификации происходят изменения структурного строения древесины, что приводит к изменению ее физических и механических свойств и, как следствие, изменению реакции на обработку резанием.

Поэтому цель работы: установить взаимосвязь между характеристиками модифицирующего раствора для пропитки древесины, его влиянием на физико-механические свойства древесины и обрабатываемость резанием. Способность к

обработке пропитанных образцов оценим по шероховатость поверхности после чистового фрезерования вдоль и поперек волокон.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Заготовки древесины березы и осины длиной 400 мм, пропитывали в электрическом поле по фильтрационному механизму растворами анилинового красителя с разным размерами частиц дисперсной фазы (Черных М.М, 2013, Каргашина Е.В., 2013). Заготовки высушивали до эксплуатационной влажности 4-6 % и обрабатывали фрезерованием на трехкоординатном станке GFY 98/108 SW при влажности воздуха 75%, скорости вращения фрезы 11000 об/мин, скорости подачи 3000 мм/мин, глубине резания 1 мм, фрезой диаметром 6 мм. Также обработке подвергался непропитанный контрольный образец, результаты сравнивались.

Анилиновые красители – ультрадисперсные и высокодисперсные коллоидные растворы - характеризуются большой подвижностью дисперсной среды.

Распределение по размерам частиц исследовали на приборе NanoPartica SZ-100Z (Hogiba, Japan). Принцип действия, которого, основан на эффекте динамического светорассеивания. Источником излучения является диодный лазер с длиной волны 532 нм, детектор – фотоумножитель. Проводилось три параллельных измерения образца, распределение по размерам частиц усреднялись. В результате измерения установлено, что размер частиц дисперсной фазы анилинового красителя может изменяться в зависимости от цвета от 0,39-432,99 нм. (Черных М.М, Каргашина Е.В, 2013 )

Шероховатость – высоту микронеровностей обработанной поверхности, исследовали на микроскопе двойного типа МИС-11, принцип действия которого, основан на методе «светового сечения». Микроскоп позволяет измерять неровности плоских и цилиндрических поверхностей.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ДИСКУССИЯ**

Древесина обладает капиллярно-пористой структурой, что позволяет достигать глубокого проникновения компонентов пропитывающих растворов. При пропитке в электрическом поле по фильтрационному механизму внешнее давление, создаваемое электрическим полем, и капиллярно-диффузионные процессы обеспечивают перемещение пропитывающего раствора по вертикали, вдоль проводящей системе древесины. Горизонтальное распределение – проникновение в клеточные стенки и межклеточное пространство осуществляется за счет внутреннего давления среды, создаваемого пузырьками воздуха в проводящей ткани древесины (четками Жамена) (Патякин В.И., 1990). Исследованием установлено, что при пропитке коллоидными растворами красителей повышается прочность и плотность древесины.

Образцы, пропитанные анилиновым красителем с большим размером частиц дисперсной фазы, обладают более высокой плотностью и прочностью. Крупные частицы дисперсной фазы не могут проникнуть в субмикрокапиллярную систему древесины и оседают в микрокапиллярной, закупоривая сосуды и крупные капилляры, сополимеризуясь с клеточной стенкой. Колебание плотности и прочности по длине образца, говорит о неравномерном распределении частиц дисперсной фазы красителя по структурным элементам древесины. Красители с более мелким

размером частиц дисперсной фазы, проникают глубоко в субмикрокапиллярную структуру древесины, распределяются более равномерно, поэтому колебания плотности и прочности по длине образца менее заметны. Истинные растворы солей имеют высокую проникающую способность, т.к. помимо силы электрического поля, ионы вступают в химическое взаимодействие с дубильными веществами древесины. Силы химического взаимодействия ускоряют процесс пропитки, позволяют получить равномерное распределение пропитывающих веществ, и повысить плотность древесины более равномерно по всей длине (Таблица 1)

Таблица 1. Влияние пропитки коллоидными растворами с различным размером частиц дисперсной фазы на физико-механические свойства древесины

Пропитывающий состав	Предел прочности						Плотность (W 4-6%), кг/м <sup>3</sup>		
	при сжатии вдоль волокон, МПа			при изгибе, МПа					
	0	200	400	0	200	400	0	200	400
Береза									
анилин 432,99 нм	79±3,1	77±3,0	75±3,1	98±2,4	95±2,7	94±1,8	610	592	584
анилин 424,47 нм	78±2,9	75±2,9	75±2,8	97±2,7	95±2,8	93±2,0	600	584	581
анилин 2,95 нм	73±2,7	72±2,8	70±2,8	91±3,0	90±3,0	88±3,1	562	558	543
анилин 0,39 нм	70±2,7	70±2,7	69±2,7	88±2,7	88±2,8	86±3,4	545	541	530
CuSO <sub>4</sub> (3%)	70±2,9	71±3,0	68±2,8	88±2,6	88±2,0	87±3,1	543	547	538
FeCl <sub>3</sub> (3%)	69±2,7	69±3,1	69±3,0	87±2,6	87±2,7	86±3,0	535	534	532
Без пропитки	68±3,4			86±4,0			528		
Осина									
анилин 432,99 нм	79±2,3	77±2,0	75±3,5	86±3,1	83±2,4	80±2,4	498	473	456
анилин 424,47 нм	78±2,9	75±2,9	75±3,8	84±2,7	81±2,8	79±2,1	492	473	456
анилин 2,95 нм	73±2,6	72±2,9	70±2,8	82±3,1	80±2,0	78±3,3	434	423	419
анилин 0,39 нм	70±2,7	70±2,4	69±2,2	79±2,7	80±2,8	76±3,0	422	417	415
FeCl <sub>3</sub> (3%)	69±2,1	69±2,1	69±3,2	79±2,6	77±2,6	77±3,2	423	420	421
Без пропитки	42,1±2,3			76±1,1			398		

Таким образом, установлено, что пропитка коллоидными растворами влияет физико-механические на свойства древесины. За счет образования дополнительного полимерного каркаса внутри клеток материал упрочняется, а вследствие снижения пористости уплотняется, что приводит к изменениям поведения материала при обработке резанием.

Одним из главных контролируемых параметров обработки древесины фрезерованием является шероховатость (Рогожникова, 2010). Сравнение результатов обработки резанием поверхности пропитанного и непропитанного образцов показало, что древесина березы и осины без пропитки обладает большей склонностью к образованию дефектов – мшистости, задиров, вырвов и др., а также имеет место повышенная шероховатость поверхности после обработки как вдоль, так и поперек волокон. Качество механической обработки пропитанной древесины значительно выше, дефекты выражены слабо (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Качество фрезерованной поверхности древесины березы А) непропитанной и Б) пропитанной

С увеличением размера фракции частиц дисперсной фазы пропитывающего раствора, шероховатость обработанной поверхности увеличивается (Таблица 2), что объясняется недостаточной глубиной проникновения частиц в структуру древесины и, как следствие, повышение ортотропности материала. Растворы с более мелкой фракцией дисперсной фазы, глубже проникают в структуру древесины, внедряются в клеточные стенки, заполняя поры и межклеточное пространство, приближая и усредняя свойства отдельных участков годичных слоев древесины, что позволяет снизить шероховатость обработанной поверхности в целом.

Таблица 2. Высота неровностей фрезерованной поверхности древесины, пропитанной коллоидными растворами с различным размером частиц дисперсной фазы

Порода/ направление резания	Размер частиц, нм			
	0,39	2,95	424,47	432,99
	Высота неровности, мкм			
Осина/продольное	59,5	81,6	93,5	110,5
Осина/поперечное	61,6	68,4	83,9	84,3
Осина (без пропитки)/ продольное	120,4			
Осина (без пропитки)/ поперечное	68,0			
Береза /продольное	59,5	68,9	84,9	89,5
Береза /поперечное	34,9	48,5	45,9	50,2
Береза (без пропитки)/ продольное	102,1			
Береза (без пропитки)/ поперечное	61,2			

Также выявлено изменение характера стружкообразования. Выделяют два типа процесса стружкообразования: установившийся и неустановившийся. Первый протекает непрерывно, не сопровождается разрушением зоны стружкообразования и характеризуется образованием сливной стружки, характерен для пропаренной древесины, размягченной в области резания. Второй, протекает периодически, сопровождаясь разрушением зоны стружкообразования, и характеризуется образованием стружки, состоящей из отдельных элементов, связанных или несвязанных между собой (Глебов И.Т., 2007). Древесина березы и осины без пропитки при фрезеровании вдоль волокон склонны к образованию длинной многогранной стружки, что не наблюдается у пропитанной древесины, с уменьшением размеров фракций дисперсной фазы средняя длина стружки уменьшается, а также изменяется ее тип с многогранного связанного на несвязанный.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, в процессе исследования установлено:

- введение в структуры древесины твердых полимерных частиц позволяет улучшить физико-механические свойства за счет создания в полостях клеток дополнительного полимерного каркаса и снижения пористости;
- качество механической обработки пропитанной древесины значительно выше, чем непропитанной, дефекты (мшистость, ворсистость, сколы, и др.) выражены слабо
- в зависимости от размера частиц дисперсной фазы изменяется характер стружкообразования, что влияет на качество обработанной поверхности пропитанной древесины. Крупные частицы дисперсной фазы сополимеризуются с поверхностями полостей клеток и повышают ортотропность материала, более мелкие фракции дисперсной фазы, внедряются в клеточные стенки, заполняя поры и межклеточное пространство, усредняя свойства отдельных участков годичных слоев древесины, что позволяет значительно снизить шероховатость обработанной поверхности в целом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В.В. Амалицкий. В.И. Сапев 1992. Оборудование и инструмент деревообрабатывающих предприятий. Москва, Экология, 1992. С 321
2. M. Chernych E. Kargashina, V. Shtollmann 2013. Refining by the Impregnation Under the Electric Current Influence ACTA Facultatis Xylogiae – 2013 - №55(2), Zvolen
3. М. Черных 2013. Исследование особенностей красящих композиций, применяемых при пропитке древесины в электрическом поле. Санкт-Петербург. Дизайн. Материалы. Технология. 2013. № 2 (27). С. 92–96.
4. M. Chernych E. Kargashina, A. Ladesov Investigating Singularities of Saturation Compositions Are Applied for Wood Impregnation in an Electric Field Санкт-Петербург. Дизайн. Материалы. Технология. 2013. № 2 (27). С 97–100.
5. В.И. Пятякин 1990. Техническая гидродинамика древесины. Москва, Лесная промышленность 1990. 304 с..
6. И. Т Рогожникова 2010. Экспериментальное исследование зависимости шероховатости поверхности от затупления резца при продольном

цилиндрическом фрезеровании древесины. Екатеринбург. Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. Труды V Междунар. Евраз. симпоз. 2010. – С. 247–250.

7. И.Т. Глебов 2007 Резание древесины. Екатеринбург. Федеральное агенство по образоваию Уральский государственный технический университет. 2007. 228 с.