

## Экспериментальная оценка влияния формы поверхности диска и ножей рубительной машины на качество фракционного состава щепы

И. В. Симонова<sup>1</sup>

*Петрозаводский государственный университет*

### **АННОТАЦИЯ**

Приводится описание методики и результатов исследования влияния геометрии формы рубительного диска и формы заточки ножей на качество щепы.

**Ключевые слова:** рубительный диск, щепка, качество щепы.

### **SUMMARY**

The methods for investigation of cutting disc form and knife shape form on wood chips quality and results are described.

**Keywords:** cutting disk, wood chips, chip quality.

### **Постановка проблемы**

Переориентация лесной политики России с преобладания экспорта круглого леса на углубленную переработку сырья на своей территории и производство высокотехнологичных видов продукции требуют ускоренного развития современных технологий, носящего инновационный характер.

Одним из важнейших видов продукции первичной переработки леса является щепка.

Технологическая щепка является сырьем для целлюлозно-бумажной промышленности, уровень развития которой в значительной степени характеризует и уровень развития всего лесопромышленного комплекса, его ориентированность на производство дорогостоящей конкурентоспособной продукции. От качества производимой щепы значительно зависит качество конечной продукции.

Для производства щепы используются различные рубительные машины, в первую очередь – дисковые. Они характеризуются относительной простотой устройства, надежностью и стабильностью работы, высокой производительностью. Важнейшим направлением модернизации таких машин является обеспечение высокого качества фракционного состава производимой щепы.

Несомненно, что форма геометрии диска и ножей (здесь мы рассматриваем либо плоский диск, либо

диск с геликоидальной формой при различной форме заточки ножей) оказывает влияние на качество получаемой щепы.

Имеющиеся исследования и рекомендации по данной проблематике носят зачастую разноречивый характер [1].

В этой связи проблема обоснования рациональных параметров геометрии диска и ножей дисковых рубительных машин является важной, сложной и требующей ускоренного решения.

### **Объекты и методика исследования**

Объектами исследования явились технологические процессы переработки древесины на щепу, опытные и серийные образцы отечественных дисковых рубительных машин.

Для проведения экспериментальных исследований была разработана методика с использованием опытной установки, подвергаемой переналадкам как по форме диска и ножей, так и по форме выброса щепы.

При проведении экспериментальных исследований измельчались окоренные отрезки еловых бревен длиной 1,2 м и диаметром в вершинном торце 120 мм. Древесина не содержала гнили, имела степень окорки не ниже 90 %, массовая доля влаги в ней была 45–50 %, температура – не ниже 0° С.

Работы проводились на плоском и геликоидальном дисках с ножами, имеющими прямую и геликоидальную заточку. Влияние способа выброса исследовалось на установке с верхним и горизонтальным выбросом щепы, для чего были изготовлены два различных кожуха.

На первом этапе изучалось влияние формы рабочей поверхности диска и заточки ножей на фракционный состав щепы при верхнем способе выброса. При этом сравнивались три варианта наладки диска: 1 – геликоидальная форма рабочей поверхности диска и геликоидальная заточка ножей; 2 – плоская рабочая поверхность диска и прямая заточка ножей; 3 – плоская рабочая поверхность диска и геликоидальная заточка ножей. Для каждого варианта наладки диска были проведены рубки при значениях скорости резания 17; 24; 31 и 38 м/с. На диске было установлено шестнадцать ножей.

По завершении указанных работ конструкция установки была изменена: кожух для верхнего выброса щепы был заменен на кожух для горизонтального выброса. После чего работы, за исключением наладки 3, были повторены.

Опытная установка создана на базе серийного образца дисковой рубительной машины предприятия «Петрозаводский ДОК». Конструкция установки позволяла создавать различные комбинации изучае-

<sup>1</sup> Автор – ст. преп. кафедры начертательной геометрии и инженерной графики

мых параметров, поддерживая остальные на постоянном уровне.

Привод установки выполнен регулируемым, при этом частота вращения может быть изменена от 1000 до 100 мин<sup>-1</sup>.

Вся щепа, полученная при рубке бревен, подвергалась анализу в соответствии с ГОСТ 15815-83. Масса фракции и навески (пробы) определялась путем взвешивания на лабораторных весах [2].

Для определения значимости и силы влияния этих факторов на долю потерь в щепе полученный в ходе исследований комплекс данных подвергался двухфакторному дисперсионному анализу с использованием критерия Фишера.

Нахождение значений фактора (параметра машины), обеспечивающих в эксперименте наименьшую долю потерь в щепе, осуществлялось методом сравнения средних. В качестве критерия различий, наблюдаемых между двумя средними арифметическими, принималось отношение их разности к их статической ошибке. Полученное значение критерия достоверности сравнивалось со стандартным.

Если по результатам двухфакторного дисперсионного анализа не удастся выявить влияние какого-либо из параметров, то в дальнейшем проводится однофакторный дисперсионный анализ влияния этого параметра при значении второго, обеспечивающем наименьшую долю потерь в щепе.

Далее, как и при двухфакторном анализе, отнесением сумм квадратов отклонений к соответствующим числам степеней определялись величины дисперсий. После этого по отношению факториальной дисперсии к дисперсии остаточной определялось фактическое значение критерия достоверности влияния.

#### Результаты исследования и основные выводы

Анализ результатов исследований влияния скорости резания, формы рабочей поверхности диска и заточки ножей на фракционный состав и долю потерь, полученных на установке, оснащенной кожухом для верхнего выброса щепы показал, что в диапазоне скоростей резания от 17 до 38 м/с сила влияния скорости резания на долю образующихся потерь составляет 0,928. Также установлено, что на этот показатель незначительное влияние оказывает совместное действие скорости резания и форма рабочей поверхности диска и заточки ножей (0,049).

Увеличение скорости резания сопровождается уменьшением в щепе доли крупной фракции, причем процесс этот протекает одинаково для геликоидальной и плоской наладки диска. Уменьшение доли крупной фракции в щепе с увеличением скорости резания постепенно замедляется. Можно ожидать, что дальнейшее увеличение скорости резания приведет к стабилизации этого показателя. Доля крупной

фракции в щепе, полученной на установке, имевшей геликоидальные формы рабочей поверхности диска и заточки ножей, при прочих равных условиях всегда меньше, чем в полученной на установке, имевшей плоский диск.

Анализ результатов методом сравнения средних арифметических подтвердил, что для обоих вариантов наладки ротора скорость резания 17 м/с обеспечивает наименьшую долю потерь в щепе (рис. 1). Полученные данные говорят о том, что при скорости резания 17 м/с форма рабочей поверхности диска и заточки ножей оказывает влияние на долю потерь в щепе. При геликоидальной рабочей поверхности диска и заточке ножей доля потерь меньше, при этом доля в щепе мелкой и крупной фракции также меньше. Сила влияния формы рабочей поверхности диска и заточки ножей на долю потерь в щепе при скорости резания 17 м/с составляет 0,828, что позволяет сделать вывод о значимости влияния этого параметра на качество щепы и долю в ней потерь при оптимальном значении скорости. Применение геликоидальной наладки ротора при скорости резания 17 м/с позволяет снизить долю потерь на 1,3 % по сравнению с плоской наладкой.

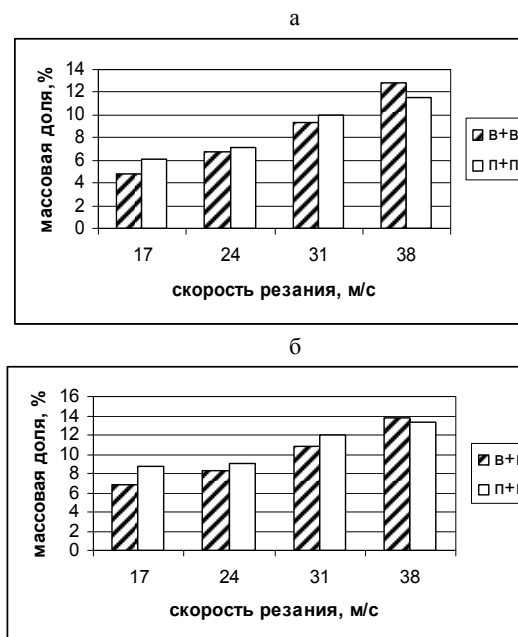


Рис. 1. Доля потерь при верхнем выбросе щепы для различных форм рабочей поверхности диска: а – с учетом доизмельчения крупной фракции, б – без учета

Результаты обработки данных, полученных в ходе исследования на установке, оснащенной кожухом для горизонтального выброса, говорят о том, что как скорость резания, так и форма рабочей поверхности диска и заточки ножей оказывают влияние на долю потерь в щепе (рис. 2).

С увеличением скорости резания рост доли потерь в щепе при плоской рабочей поверхности диска и пря-

мой заточке ножей происходит медленнее, чем при геликоидальной форме и заточке. В итоге при скорости резания 38 м/с доля потерь в щепе при геликоидальной наладке на 2,7 % больше, чем при плоской, что подтверждает результаты исследований, проведенных ранее. Причиной этого является то, что с повышением скорости резания доля крупной фракции в щепе при плоской наладке ротора постепенно стабилизируется, а темпы роста доли мелкой фракции ниже, чем при геликоидальной наладке, что и приводит к более низкому содержанию потерь в щепе при высоких скоростях резания в случае плоской наладки диска.

Проведенный анализ показал, что при скорости резания, близкой к 24 м/с, и горизонтальном способе выброса такие параметры дисковых рубильных машин, как форма рабочей поверхности диска и заточки ножей, влияют на долю потерь в щепе. Однако сила этого влияния невелика – 0,359.

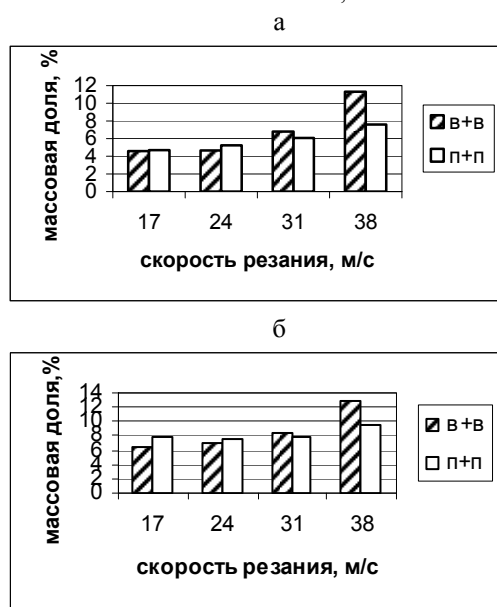


Рис. 2. Доля потерь при безударном выбросе щепы для различных способов наладки рабочей поверхности диска: а – с учетом доизмельчения крупной фракции, б – без учета

Исследования при верхнем выбросе щепы, геликоидальной заточке ножей и плоском диске показали, что использование такой комбинированной наладки рабочей поверхности диска позволяет снизить потери древесины при производстве щепы на 0,5...1,5 % по сравнению с плоской наладкой и плоскими ножами. Однако это на 0,5...1,0 % больше, чем при применении геликоидального диска и геликоидальных ножей.

Наличие в технологическом процессе производства щепы операции доизмельчения крупной фракции позволяет снизить долю потерь в среднем на 2,0 % при всех наладках рабочей поверхности диска. При отсутствии операции доизмельчения крупной фракции разница в доле потерь при геликоидальной наладке и комбинированной составляет не более 0,5 %.

Таким образом, в результате экспериментальных исследований было установлено, что значимое влияние геометрии профиля рабочей поверхности диска и заточки ножей проявляется только при скорости резания, равной 17 м/с для верхней схемы выброса щепы и 24 м/с для горизонтальной схемы выброса. При этих условиях использование геликоидальной наладки диска по сравнению с плоской позволяет на 10...20 % снизить долю потерь за счет улучшения фракционного состава (увеличение доли кондиционной фракции).

Использование комбинированной наладки рабочей поверхности диска – геликоидальная заточка ножа при плоской поверхности диска – позволяет снизить потери древесины при производстве щепы на 0,5...1,5 % по сравнению с плоской наладкой. Однако это на 0,5...1,0 % больше, чем при полностью геликоидальной конструкции диска.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать использование геликоидальной формы диска и заточки ножей на рубильных машинах с диском диаметром до 2000 мм. При этом частота вращения диска и способ выброса щепы должны быть согласованы в соответствии с выводом 7. Данную конструкцию рекомендуется использовать на создаваемой АО «ПетрозаводскМАШ» дисковой рубильной машине МР-40.

Плоский диск с прямой заточкой ножей рекомендуется использовать на рубильных машинах с диском диаметром более 2000 мм, например, для модернизируемой машины МР-100. В этом случае для улучшения фракционного состава щепы рекомендуется включение в технологический процесс операции доизмельчения, что позволяет снизить долю потерь в среднем на 2,0 %.

С целью упрощения конструкции на машинах с диаметром диска до 2000 мм целесообразно использование комбинированной наладки диска (плоская рабочая поверхность с геликоидальной формой заточки ножей), что обеспечит фракционный состав щепы не ниже требований марки ЦЗ. При отсутствии операции доизмельчения крупной фракции разница в доле потерь при геликоидальной наладке и комбинированной составляет не более 0,5 %.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев С. Б. Обоснование формообразующих параметров диска рубильной машины / С. Б. Васильев, И. В. Симонова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Вып. 179. СПб., 2007. С. 130-135.
2. Васильев С. Б. Экспериментальная проверка методов классификации щепы по толщине / С. Б. Васильев, И. В. Симонова // Труды лесоинженерного факультета ПетрГУ. Вып. 5. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2005. С. 15–16.