

Обоснование совмещения операций сортирования щепы по длине и толщине

С. Б. Васильев¹

Петрозаводский государственный университет

АННОТАЦИЯ

Приводится краткое описание результатов исследований на стенде и в производственных условиях на промышленных установках возможности одновременного сортирования щепы по толщине и длине на существующих плоских гирационных сортировках.

Ключевые слова: щепка, плоская гирационная сортировка, длина и толщина древесной частицы.

SUMMARY

The screen construction and parameters for classification of wood chips by length and thickness investigation are under discussion.

Keywords: wooden chip, chips screen, chips thick and length.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Исследованиями установлено, что значимыми для процессов варки целлюлозы являются как длина, так и толщина щепы, причем при варке определенных сортов целлюлозы доминирующее влияние на процесс оказывает толщина щепы [4-7, 12-15].

Однако до последнего времени этому не придавалось особого значения по следующим основным причинам:

1. Технологическая щепка в основном производилась на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности дисковыми рубительными машинами из качественной балансовой древесины. Частицы такой щепы имеют незначительные колебания толщины, что не влияет существенно на эффективность процессов ее дальнейшей переработки.
2. Отсутствуют аппаратный метод контроля фракционного состава щепы одновременно по длине и толщине и эффективный прибор для его осуществления.

В последнее время в переработку все больше вовлекаются низкокачественная древесина, а также различные виды отходов лесозаготовки и лесопереработки. Щепка, вырабатываемая из низкокачественного сырья, имеет очень широкий диапазон линейных размеров. Это привело к снижению экономических

показателей процесса получения целлюлозы, прежде всего к увеличению расхода химикатов, снижению выхода и прочностных свойств целлюлозы [1-5].

Необходимость улучшения экономических показателей процесса варки и экономии древесного сырья на всех стадиях его переработки потребовала совершенствования технологий, в том числе и подготовки щепы. Исходя из современных требований, предъявляемых к технологической щепе для варки целлюлоз различного вида, совершенствование процесса сортирования щепы должно в основном идти путем создания эффективного оборудования для сортирования щепы по толщине.

Из многочисленных исследований и испытаний известно, что существует вполне определенная зависимость толщины щепы как от породы и качества изрубаемой древесины [1], так и от факторов, обусловленных параметрами рубительных машин. Исследованиями [7-11] также установлено, что качество изрубаемой древесины в основном определяет количество в щепе сверхкрупной фракции (щепы толщиной более 7 мм при длине более 40 мм). Она удаляется при обычном сортировании по наибольшему размеру [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ

Выполненные нами исследования показывают, что в щепе, вырабатываемой на дисковых рубительных машинах, содержится до 17 % частиц толщиной более 7 мм, при этом 6...9 % – частицы, имеющие длину более 30 мм, а остальные имеют длину менее 30 мм и распределяются в фракциях (-30 +20) и (-20 +10). В соответствии с существующей нормативной документацией оптимальной для технологической щепы является длина 15...25 мм и толщина не более 5 мм. Таким образом, необходимо сортировать исходную щепу как по длине, так и по толщине.

Анализ работы оборудования, используемого в настоящее время для сортирования щепы, показывает, что оно предназначено для разделения древесных частиц только по одному признаку – по наибольшему размеру. Существующие для сортирования щепы по толщине линии громоздки и экономически малоэффективны (особенно в условиях предприятий лесного комплекса). Кроме того, следует отметить, что в настоящее время отсутствуют устройства для одновременного сортирования щепы по длине и толщине.

Результаты промышленных испытаний сортировок щепы показывают, что сортирование щепы на гирационных сортировках позволяет уменьшить долю частиц толщиной более 7 мм. Следовательно, возможно использование гирационных сортировок для отсева как крупной, так и толстой щепы. Эффективность отделения щепы толщиной более 7 мм на гирационных сортировках зависит от размера отверстий. Так, эффективность отсева толстой щепы на сите с отверстиями размером 39 × 39 мм составила 60 %,

¹ Автор – заведующий кафедрой целлюлозно-бумажных и деревообрабатывающих производств © Васильев С. Б., 2008

в то время как на сите с отверстиями размером 50×50 мм – всего 1,5 % (оба эти сита входят в комплект поставки сортировок).

Таким образом, при содержании в исходной щепе частиц толщиной более 7 мм до 11 % возможно применение для отсева как крупной, так и толстой щепы существующих гирационных сортировок, оснащенных верхним ситом с отверстиями размером не более 39×39 мм. Если содержание сверхтолстой щепы в исходном продукте более 11 %, необходимо специально подбирать конструкцию и параметры сит, а также процесса сортирования в целом для обеспечения требуемой эффективности сортирования.

Результаты исследований, проведенных на экспериментальной установке, подтвердили, что на гирационной сортировке возможно обеспечение требуемой эффективности отсева щепы толщиной более 7 мм на ситах с круглыми отверстиями за счет увеличения отсева толстых частиц длиной 25...30 мм путем оптимизации конструкции и размера отверстий сит, а также режимов работы сортировки. Кроме того, в ходе тех же исследований было выявлено, что проволочное сито с волнообразной поверхностью позволяет достичь высокой эффективности отсева частиц толщиной более 7 мм при незначительных потерях кондиционной фракции щепы.

Зависимость эффективности отсева древесных частиц толщиной более 7 мм от диаметра отверстий и удельной нагрузки на 1 м ширины сортирующей поверхности для процесса сортирования на сите с перфорацией в виде круглых отверстий может быть представлена следующим уравнением регрессии:

$$E_R = 185,951 - 4,196d + 0,261s + 0,004d^2 + 0,026dl_s - 0,008l_s^2 \quad (1)$$

где E_R – эффективность отсева древесных частиц толщиной более 7 мм на сите с перфорацией в виде круглых отверстий, %; d – диаметр отверстий сортирующей поверхности, мм; l_s – удельная нагрузка на 1 м ширины сортирующей поверхности, $m^3/ч \times m$.

Зависимость доли кондиционной фракции щепы в отходах сортирования (в надрешетном продукте) от диаметра отверстий и удельной нагрузки на 1 м ширины сортирующей поверхности для процесса сортирования на сите с перфорацией в виде круглых отверстий может быть представлена следующим уравнением регрессии:

$$W_R = 14,862 + 5,478d - 1,025l_s - 0,172d^2 + 0,072dl_s - 0,009l_s^2 \quad (2)$$

где W_R – доля кондиционной щепы в отходах сортирования (в надрешетном продукте), %.

Зависимость эффективности отсева древесных частиц толщиной более 7 мм от угла наклона сита и удельной нагрузки на 1 м ширины сортирующей поверхности для процесса сортирования на проволочном волнообразном сите длиной 1,48 м может быть представлена следующим уравнением регрессии:

$$E_s = 22,292 - 1,088\alpha + 2,226l_s + 0,784\alpha^2 - 0,088\alpha l_s - 0,014l_s^2 \quad (3)$$

где E_s – эффективность отсева древесных частиц толщиной более 7 мм на проволочном волнообразном сите длиной 1,48 м, %; α – угла наклона сита (сортирующей поверхности).

Зависимость доли кондиционной щепы в отходах сортирования (в надрешетном продукте) от угла наклона сита и удельной нагрузки на 1 м ширины сортирующей поверхности для процесса сортирования на проволочном волнообразном сите длиной 1,48 м может быть представлена следующим уравнением регрессии:

$$W_s = 127,019 + 7,547\alpha + 4,504l_s + 0,611\alpha^2 - 0,147\alpha l_s - 0,031l_s^2 \quad (4)$$

где W_s – доля кондиционной щепы в отходах сортирования (в надрешетном продукте) проволочного волнообразного сита длиной 1,48 м, %.

В результате выполненных исследований было установлено, что увеличение длины сит с круглыми отверстиями позволяет снизить отход нормальной щепы в надрешетный продукт примерно в два раза. Причем эффективность отсева частиц толщиной более 7 мм при этом остается на уровне 80%. Кроме того, увеличение длины сита позволяет снизить отход кондиционной щепы в надрешетный продукт.

Проверка технического решения, в соответствии с которым гирационная сортировка имела двухъярусное расположение сит (верхний ярус – сито с круглыми отверстиями диаметром 40 мм, нижний – проволочное волнообразное) показала, что имеется возможность добиться снижения отсева нормальной щепы в крупную при высокой эффективности отсева частиц толщиной более 7 мм.

Исследования подтвердили также гипотезу о том, что для уменьшения отхода нормальной щепы в крупную при пиковых нагрузках сортировки длина сита должна быть увеличена до 4...4,5 м. Следует отметить, что при такой длине одноярусное сортирование на сите с отверстиями диаметром 40 мм не позволит добиться требуемой (не менее 65 %) эффективности отсева частиц толщиной более 7 мм.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Результаты выполненных работ позволяют сделать

следующие выводы и рекомендации.

- Содержание в щепе, выработанной рубительными машинами, частиц толщиной более 7 мм, зависит от качества изрубаемой древесины, настройки машины и других факторов и может достигать 17 %, причем до 50 % от этой доли приходится на фракции (-30 +20) и (-20 +10).

- Сортировки щепы, укомплектованные верхним ситом с отверстиями размером 39 × 39 мм, могут обеспечить требуемые показатели технологической щепы (содержание частиц толщиной более 7 мм – не более 6 %) при условии содержания толстых частиц в исходной щепе не более 10 %.

- Требуемая эффективность отсева частиц щепы толщиной более 7 мм на гирационной сортировке может быть достигнута подбором диаметра круглых отверстий сит.

- Использование двухъярусной системы сит для отделения сначала крупной, а затем толстой фракции древесных частиц позволит значительно снизить в них долю кондиционной фракции.

- С целью повышения эффективности выделения при сортировании крупных и толстых древесных частиц гирационные сортировки щепы рекомендуется доукомплектовать ситами в соответствии с таблицей 1. Вариант комплекта сит для промышленной эксплуатации определяется в зависимости от конкретных условий, т. е. фракционного состава щепы, полученной на рубительной машине и требуемого после сортирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hatton J. V. Effect geometry and moisture on yield and quality of craft pulp from Western Hemlock and Black Spruce. / J. V. Hatton, J. L. Keays. Pulp and Paper Magazin of Canada. 1973. № 1. P. 79-87.
2. Hatton J. V. Quantitative evaluation of pulpwood chip quality. / J. V. Hatton. Tappi. Vol. 60: 4. 1977. P. 97-100.
3. Forbes D. R. Chip quality has major impatient. / D. R. Forbes. Pulp and Paper. 1984. № 7. Vol. 58. P. 54-58.
4. Вьюков Б. Е. Малоотходная технология подго-

товки сырья на целлюлозно-бумажных предприятиях. / Б. Е. Вьюков. М., Лесная пром-сть, 1987, 116 с.

5. Broderick G. The importance of distribution statistics in the characterization of chip quality. / G. Broderick, E. Cacchione, Y. Heroux. // TAPPI JOURNAL. 1998. Vol. 81, № 2. P. 131-142.
6. Schultz E. B. A neural network model for wood chip thickness distributions. / E. B. Schultz, T. G. Matney, J. L. Koger. // Wood and Fiber Science. 1999. № 31 (1). P. 2-14.
7. Svedman M. Effects of softwood morphology and chip thickness on pulping with a displacement kraft batch process. / M. Svedman, P. Tikka, M. Luhtanen. // TAPPI JOURNAL. 1998. Vol. 81, № 7. P. 151-168.
8. Agarwal N. Modelling the effect of chip size in kraft pulping. / N. Agarwal, R. Gustafson, S. Arasakesari // Paperi ja Puu. 1994. Vol. 76, № 6-7. P. 410-416.
9. Hatton J. V., Keays J. L. Statistical analysis of chip geometry and moisture on craft pulp yield. / J. V. Hatton, J. L. Keays. // Can. Dep. Environment Western Forest Prod. Lab. Vancouver B. C. Information Report. Vol. P-X-88, 1972, March – Information Canada. Ottawa, 1972. P. 20.
10. Аракин Н. Е. Исследование методом реактивных индикаторов кинетики пропитки щепы в процессе сульфитной варки / Н. Е. Аракин. // Сб. трудов ВНИИБа, 1965. Вып. 50. С. 80-96.
11. Бейгельман А. В. Диффузия щелочи в древесину при щелочной варке / А. В. Бейгельман, Ю. Н. Непенин. // Бум. пром-сть, 1969. № 8. С. 8-10.
12. Lunkvist E. Chip quality analysis by means of slot screens. / E. Lunkvist // Paper Trade Journal, 1969. № 47. P. 68.
13. Hatton J. V. Chip quality procedure precision Повышение точности оценки качества щепы / J. V. Hatton // Pulp and Paper Canada, 1976. № 6. P. 61, 63, 65, 67, 68.
14. Mornig A. S. Practical aspects of chipping for craft pulp production. / A. S. Mornig // Pulp and Paper, 1986. № 9. Vol. 87. P. 85-88.
15. Anttila F., Kukkonen K., Niiranen M., Kurronen S. // Paperi ja Puu, 1982. № 4. P. 187-195.

Таблица 1

Рекомендуемые варианты комплектования сортировок щепы ситами для сортирования щепы по толщине

Ярус сит	Конструктивное исполнение сита	Эффективность отсева частиц толще 7 мм, %, не менее	Отход нормальной фракции в крупную, %, не более
верхний нижний	с отверстиями диаметром 40 мм с отверстиями диаметром 35 мм	75	5
верхний нижний	с отверстиями диаметром 40 мм целевое волнообразное	85	4