

УДК 674.059.001.24

С. А. Гриневич, Г. В. Алифировец

Белорусский государственный технологический университет

**АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА СИЛОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОФИЛЯТОРОВ
НА ЛИНИЯХ АГРЕГАТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ**

На сегодняшний день актуальной задачей в лесной и деревообрабатывающей промышленности является обеспечение более глубокой переработки древесины, снижение количества потерь древесины в стружку, повышение эффективности использования оборудования. Наиболее перспективными направлениями решения поставленных задач является использование технологии агрегатной переработки древесины. Данная технология имеет неоспоримые преимущества и позволяет получать одновременно два вида продукции (пиломатериалы и технологическую щепу). Именно поэтому переработка древесины на агрегатном оборудовании отличается комплексным подходом к решению проблемы рационального использования сырья. Основным оборудованием для агрегатной переработки древесины являются фрезерно-брусующие станки. Назначение фрезерно-брусующих станков – комплексная обработка бревна путем переработки удаляемой части в технологическую щепу. Достоинства фрезерно-брусующих станков: простота конструкции, надежность и высокая производительность. Для увеличения полезного выхода пилопродукции, уменьшения количества последующих технологических операций и совершенствования технологии производства фрезерно-брусующие станки оснащают профилирующими агрегатами. Литературный обзор показал, что специализированной методики расчета сил и мощности резания при фрезеровании древесины профилирующими агрегатами не существует. Поэтому в данной статье предлагается анализ существующих методик для расчета силовых показателей процесса механической обработки древесины, наиболее близких к процессу профилирования.

Ключевые слова: агрегатная переработка древесины, сила, фрезерование, профилятор, угол заточки, мощность.

S. A. Grinevich, G. V. Alifirovets

Belarusian State Technological University

**ANALYSIS OF CALCULATION TECHNIQUES OF CALCULATION
OF POWER PARAMETERS OF PROFILATION ON THE LINES
OF AGGREGATE-PROCESSING OF WOOD**

Today an important task in forestry and wood industry is provision of more advanced processing of wood, reduction of the amount of the losses of the wood chips, increasing the efficiency of use of the equipment. The most promising directious of addressing the chalengies is the use of technology aggregate recycling wood. This technology has advantages and allows to obtain simultaneously two types of products (sawn timber and technological sche-PU). That is why the wood processing equipment for the aggregate is characterized by a complex approach to the solution of problems of rational use of raw materials. The main equipment for the aggregate wood processing are chipper canters. Purpose milling machines Brussa is a comprehensive treatment of the log by processing the deleted portion into technological chips. Advantage of milling machines Brussa is simplicity of design, reliability and high performance. To increase the useful output of sawn timber, reduce the number of subsequent operations and improve the production technology of chipper canters equipped with profiling units. Literature review has shown that a specialized technique of calculation of force and cutting power during milling of wood, the main units are there. Therefore, in this article the analysis of existing methods for calculating power parameters of the process of mechanical processing of wood closest to the profiling process.

Key words: the aggregate wood processing, forces, milling, profilers, angles, power.

Введение. В настоящее время на многих крупных предприятиях лесной и деревообрабатывающей отрасли Республики Беларусь установлены линии агрегатной переработки древесины. Как правило, в технологический процесс переработки сырья на данном оборудовании входит операция профилирования. Профилирование представляет собой процесс механической обработки двух- или четырехкантных брусьев цилиндрическими фрезами с целью

придания им ступенчатой формы, упрощающей процесс дальнейшей переработки. Последующая распиловка ступенчатого бруса позволяет получить обрезные материалы без применения специализированного оборудования [1]. Удаляемая фрезами часть древесины перерабатывается в технологическую щепу и может быть использована в целлюлозно-бумажной промышленности, производстве плит и других отраслях народного хозяйства. По сравнению с другими

технологиями переработки лесоматериалов данная технология имеет ряд преимуществ:

- отпадает необходимость в применении обрезающих круглопильных станков;
- упрощается система коммуникации (так как транспортировать щепу проще чем рейки);
- уменьшается общая длина технологической линии и, соответственно, снижаются производственные площади;
- нет необходимости в применении массивных фундаментов.

Профиляторы представляют собой фрезерные агрегаты, расположенные с двух сторон перерабатываемого материала и формирующие ступенчатую поверхность методом продольноторцевого цилиндрического полузакрытого фрезерования. Проведенный авторами литературный обзор не выявил специализированной методики расчета сил, мощности и режимов обработки, необходимых для эффективного процесса, проектирования режущего инструмента и приводов агрегатного оборудования.

Основная часть. Целью работы является анализ существующих методик расчета силовых показателей процесса цилиндрического фрезерования древесины.

Наиболее близкими методиками, которые теоретически можно применить к данному процессу, является методика профессора Бершадского А. Л. и методика, изложенная в литературном источнике [2].

Для того чтобы оценить данные методики, выполним по ним расчет касательной составляющей силы резания F_z при режимах, характерных для работы профиляторов ФБС линии LINC, установленной на ОАО «Борисовский ДОК»:

- скорость подачи $V_s = 50$ м/мин;
- частота вращения профиляторов $n = 1000$ мин⁻¹;
- количество ножей $z = 2$ шт.;
- задний угол $\alpha = 15^\circ$;
- угол заточки $\beta = 35^\circ$.

Согласно теории А. Л. Бершадского, средняя касательная сила резания определяется по формуле

$$F = (a_p \cdot p \cdot b + S_z \cdot \sin \theta \cdot k \cdot b) \frac{l}{t},$$

где a_p – коэффициент, учитывающий остроту резца; p – удельная сила резания по задней поверхности резца, Н/мм; b – ширина фрезерования, мм; S_z – подача на резец, мм; θ – кинематический угол встречи, град; k – среднее условное давление по передней поверхности резца, Н/мм²; l – длина дуги контакта, мм; t – шаг между резцами.

Так как процесс профилирования является процессом полузакрытым, то необходимо учиты-

вать силы, возникающие по боковой поверхности режущего инструмента. Для этого в литературе [3] рекомендуется следующая зависимость:

$$F_{тр} = 0,15 \cdot \theta - 0,55,$$

Подставив все значения в формулу при разных высотах фрезерования с учетом силы, возникающей по боковой поверхности режущего инструмента, получим следующие значения (табл. 1)

Таблица 1

Значения величины средней касательной силы резания от высоты фрезерования (по А. Л. Бершадскому)

Высота фрезерования, мм	Средняя касательная сила резания по А. Л. Бершадскому, Н
20	125
40	252
60	384
80	547
100	688
120	844
140	1018
160	1190

Вторая методика наиболее близка: это методика определения сил и мощности фрезерования при агрегатной переработке древесины цилиндрическими фрезами [2]. Согласно данной методике средняя касательная сила резания определяется по следующей формуле:

$$F = \frac{k \cdot b \cdot h \cdot V_s}{60 \cdot V},$$

где k – удельная работа резания, МПа; b – ширина фрезерования, мм; h – высота фрезерования, мм; V_s – скорость подачи, м/мин; V – скорость резания, м/с.

Подставив все значения в формулу, при разных высотах фрезерования получим следующие значения (табл. 2).

Таблица 2

Значения величины средней касательной силы резания от высоты фрезерования (по теории, изложенной в литературе [2])

Высота фрезерования, мм	Средняя касательная сила резания по теории, изложенной в литературе [2], Н
20	81
40	163
60	245
80	326
100	408
120	490
140	572
160	653

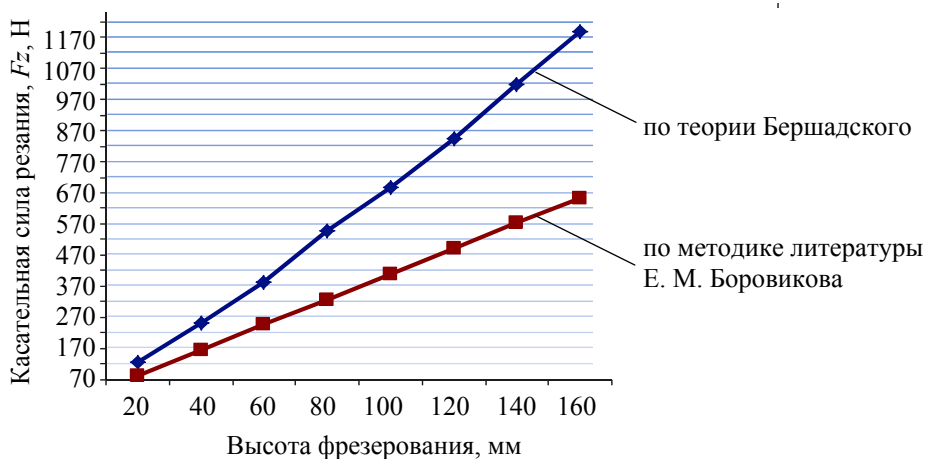


График зависимости касательной силы резания от высоты фрезерования

Для наглядности представим значения в виде графика (рисунок).

Заключение. Как видно из графика, значения сил по различным методикам отличаются при наибольшей высоте фрезерования в 82%. Различие в полученных авторами данных может объясняться неодинаковыми условиями проведения

экспериментальных исследований, различными конструкциями и геометрией режущих инструментов, различными физико-механическими свойствами исследуемых пород. Поэтому необходимо усовершенствовать существующую методику либо разработать специализированную методику по расчету сил резания для профиляторов.

Литература

1. Раповец В. В. Комплексная обработка древесины фрезами со спиральным расположением сборных двухлезвийных ножей, обеспечивающая качество продукции и снижение энергозатрат: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05 / В. В. Раповец. Минск, 2011. 187 с.
2. Боровиков Е. М., Фефилов Л. А., Шестаков В. В. Лесопиление на агрегатном оборудовании М.: Лесная пром-сть, 1985. 216 с.
3. Бершадский А. Л., Цветкова Н. И. Резание древесины: учеб. Минск: Выш. шк. 1975. 304 с.

References

1. Rapovets V. V. *Kompleksnaya obrabotka drevesiny frezami so spiral'nyim raspolozheniyem sbornykh dvukhlezyvnykh nozhey, obespechivayushchaya kachestvo produktsii i snizheniye energozatrar. Dis. kand. tekhn. nauk* [Complex wood processing mills with a spiral arrangement of prefabricated double-edge knives, to ensure product quality and reduction of energy consumption. Kand. Diss.]. Minsk, 2011. 187 p.
2. Borovikov E. M., Fefilov L. A., Shestakov V. V. *Lesopileniye na agregatnom oborudovanii* [Wood cutting]. Moscow, Lesnaya prom-st' Publ., 1985. 216 p.
3. Bershadskiy A. L., Tsvetkova N. I. *Rezaniye drevesiny* [Sawing aggregate equipment]. Minsk, Vysh. shk. Publ., 1975. 304 p.

Информация об авторах

Гриневич Сергей Анатольевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры деревообрабатывающих станков и инструментов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: gres410a@ya.ru

Алифировец Григорий Васильевич – аспирант кафедры деревообрабатывающих станков и инструментов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: alifirovez@tut.by

Information about the authors

Grinevich Sergey Anatol'yevich – PhD (Engineering), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Woodworking Machines and Tools. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: gres410a@ya.ru

Alifirovets Grigoriy Vasil'yevich – PhD student, the Department of Woodworking Machines and Tools. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: alifirovez@tut.by

Поступила 20.04. 2017