

УДК 674.00

Г.Ф. Прокофьев

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

Прокофьев Геннадий Федорович родился в 1940 г., окончил в 1964 г. Архангельский лесотехнический институт, профессор, доктор технических наук, заслуженный изобретатель РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, действительный член РАЕН, профессор кафедры прикладной механики и основ конструирования института энергетики и транспорта Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Имеет более 280 печатных работ в области прикладной механики и интенсификации переработки древесины путем совершенствования лесопильного оборудования и дереворежущего инструмента.
E-mail: g.prokofjev@narfu.ru



ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПИЛЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ НА ЛЕСОПИЛЬНЫХ СТАНКАХ

Рассмотрены требования к современной технике. Показаны основные направления совершенствования лесопильных станков. Отмечены возможности использования лесопильных станков нового типа при создании гибких автоматизированных лесопильных линий (ГАЛЛ). Показаны достоинства ГАЛЛ и сформулированы задачи, которые необходимо решить при их создании.

Ключевые слова: интенсивный путь развития производства, направления совершенствования лесопильных станков, гибкие автоматизированные лесопильные линии.

Существуют два пути развития производства – экстенсивный и интенсивный. Экстенсивный путь предполагает увеличение объемов производства при использовании сложившихся технологий, оборудования, приемов и способов организации производства за счет пропорционального роста расхода энергии, сырья, материалов, транспорта и вовлечения новых трудовых ресурсов. Этот путь бесперспективен, так как при этом не повышается качество и не снижается себестоимость продукции, что делает ее неконкурентоспособной и затратной; увеличивается нагрузка на окружающую среду и требуется все большее количество работающих (но невысокой квалификации); не используются достижения науки и не разрабатываются высокие технологии.

Перспективным является интенсивный путь развития производства, при котором во все возрастающих объемах производится продукция высокого потребительского качества при минимальных расходах сырья, энергии, материалов и человеческих ресурсов.

Интенсификация производства может быть реализована за счет создания техники нового поколения, а на ее базе – новых высоких технологий.

Характерные черты техники нового поколения, отличающие ее от модернизированной техники: во-первых, реализация новой технической идеи – научного открытия, крупного изобретения, комплекса изобретений; во-вторых, скачкообразный рост эффективности, повышение производительности труда, экономия сырья, снижение материалоемкости и энергозатрат. Для своевременной смены поколений техники необходимо, чтобы первая фраза цикла техники нового поколения опережала последнюю фазу цикла техники предыдущего поколения. Поэтому важно вовремя переориентировать конструкторов и изготовителей на разработку и освоение техники нового поколения.

Создание современных машин, приборов, новых материалов и технологий – сложный процесс, требующий соответствующей государственной политики, создания или восстановления научных школ, аналитических центров, отраслевых конструкторских бюро, развития инновационного капитального строительства, подготовки высококвалифицированных специалистов.

Следует подчеркнуть, что слепое копирование даже передовых зарубежных разработок неминуемо приводит к техническому отставанию. Только изучение тенденций развития техники и упреждающий выход вперед позволяет создавать высокоэффективную технику, не имеющую аналогов за рубежом.

Для создания современной высокоэффективной техники требуется, чтобы государство имело высокие экономический, научный и технический потенциалы и высококвалифицированных творческих специалистов. Последнее связано с повышением качества всех видов образования и как материального (вознаграждения, соответствующие творческим успехам), так и морального (почет и уважение в обществе) социального стимулирования.

Потребитель современной техники при ее приобретении желает, чтобы цена ее была приемлемой, а качество высоким. Только при этих условиях современная техника может пользоваться спросом и быть конкурентоспособной.

Качество техники характеризуют следующие показатели: производительность; экономические показатели; энергозатраты; надежность; эргономичность; эстетичность; экологичность; безопасность; ремонтнопригодность; возможность утилизации.

Производитель современной техники, с одной стороны, должен удовлетворить требования потребителя, с другой – получить максимальную прибыль, которая равна разности отпускной цены и себестоимости.

При выпуске изделия с потребительскими свойствами, достигнутыми многими производителями, его цена может быть снижена для обеспечения конкурентоспособности. В этом случае прибыль обеспечивается только за счет снижения себестоимости изделия.

Цена изделия может быть повышена при увеличении его потребительских свойств, а также опережении конкурентов при выходе на рынок с неудовлетворенным спросом на товар с новыми или улучшенными потребительскими свойствами. Отсюда следует, что необходимо разрабатывать изделия с улучшенными или новыми потребительскими свойствами в короткие сроки.

Для снижения себестоимости изделий должны быть выполнены следующие требования: стандартизация; унификация; преемственность; снижение металлоемкости; технологичность; транспортабельность; сохраняемость.

Кроме выполнения указанных требований, изделие должно обладать патентной чистотой.

Пиление древесины на лесопильных станках производится рамными, ленточными и круглыми пилами, представляющими собой тонкие стальные полосы, ленты и диски, на одной из кромок которых выполнены зубья. Они имеют малую жесткость и устойчивость, что не позволяет обеспечивать высокую точность пиления древесины при больших скоростях подачи. Идти на увеличение толщин рамных и круглых пил нецелесообразно, так как увеличивается расход древесины в опилки и энергозатраты, а у ленточных пил, кроме этого, возрастают напряжения изгиба пилы на шкивах и снижается их долговечность, которая и так является недостаточной. Увеличение натяжения рамных и ленточных пил снижает долговечность пил. Одним из эффективных направлений повышения жесткости и устойчивости пил является уменьшение их свободных длин в плоскостях наименьшей и наибольшей жесткости. Это может быть достигнуто при использовании для пил направляющих, расположенных над и под распиливаемым материалом, с рабочими поверхностями, выполненными в виде аэростатических опор. Применение аэростатических направляющих для пил может быть использовано при модернизации существующих лесопильных станков и создания станков нового типа [10].

Принципиальные схемы узлов резания действующих конструкций лесопильных станков, модернизированных и нового типа приведены в таблице.

На схемах 1.1, 2.1 и 3.1 показаны принципиальные схемы узлов резания лесопильных станков, широко применяемых в отечественной промышленности. Пилы имеют большие свободные длины, низкую жесткость и устойчивость, а следовательно, малую точность пиления.

При установке над и под распиливаемым материалом аэростатических направляющих для пил (схемы 1.2, 2.2 и 3.2) свободные длины пил в плоскости их наименьшей жесткости уменьшаются в несколько раз, повышается жесткость пил и точность пиления. Это является эффективным направлением модернизации действующих в промышленности лесопильных станков.

Аэростатические направляющие для пил могут быть использованы при создании новых типов лесопильных станков (схемы 1.3, 2.3 и 3.3.)

На рис. 1–3 показаны экспериментальные образцы лесопильной рамы с нерастянутыми пилами, совершающими возвратно-поступательные движения в аэростатических направляющих (предназначена для распиловки брусков высотой до 200 мм); ленточнопильного станка с пилой, движущейся по криволинейным аэростатическим направляющим; круглопильного станка с кольцевой пилой, совершающей вращательное движение в аэростатических направляющих.

Экспериментальные образцы этих станков созданы на основании технических решений и исследований автора статьи. Станки не имеют зарубежных аналогов. Новизна технических решений подтверждается авторскими свидетельствами и патентами [1–7]. Станки имеют ряд достоинств по сравнению со

**Принципиальные схемы совершенствования лесопильных станков
при использовании аэростатических направляющих для пил**

Тип станка	Уровень совершенствования		
	Действующие станки	Модернизированные станки	Станки новой конструкции
Лесопильные рамы	<p align="center">1.1</p>	<p align="center">1.2</p>	<p align="center">1.3</p>
Ленточнопильные станки	<p align="center">2.1</p>	<p align="center">2.2</p>	<p align="center">2.3</p>
Круглопильные станки	<p align="center">3.1</p>	<p align="center">3.2</p>	<p align="center">3.3</p>

станками традиционных конструкций: снижены габаритные размеры, металлоемкость и энергозатраты, повышена долговечность пил, качество пиления, рациональное использование сырья. Эти станки могут быть использованы при создании гибких автоматизированных линий (ГАЛЛ) [8–11], коренным образом изменяющих технологии производства пиломатериалов.

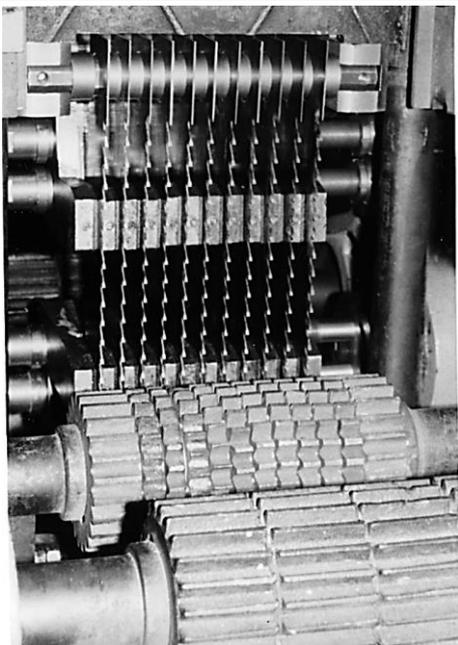


Рис. 1. Лесопильная рама с нерастянутыми пилами, совершающими возвратно-поступательное движение в аэростатических направляющих

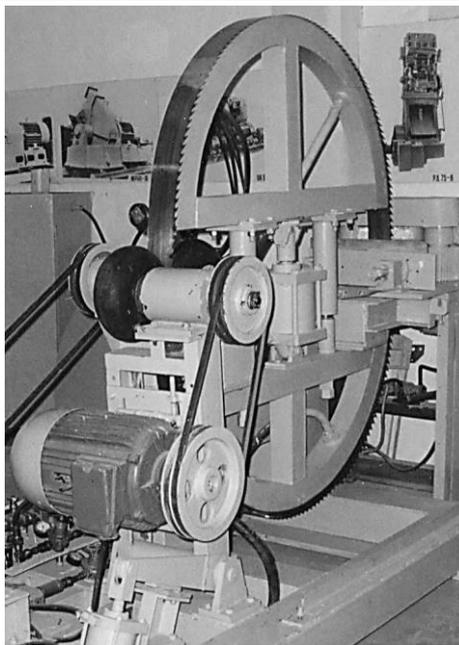


Рис. 2. Ленточнопильный станок с пилой, движущейся по криволинейным аэростатическим направляющим

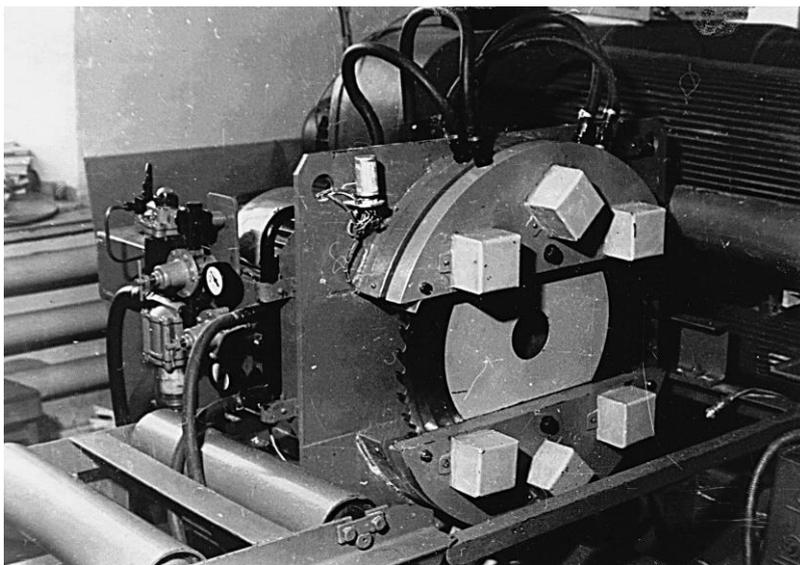


Рис. 3. Общий вид круглопильного станка с кольцевой пилой

ГАЛЛ – это управляемая средствами вычислительной техники совокупность технологического и вспомогательного оборудования, осуществляющая комплекс технологических, контрольных и транспортных операций для получения пилопродукции в условиях поступления пиловочного сырья с разными размерно-качественными характеристиками. При этом производится получение пиломатериалов требуемой номенклатуры, количества и качества с минимальными затратами сырья, энергии, материалов и трудовых ресурсов. Особенность ГАЛЛ заключается в том, что планы и режимы раскроя пиловочного сырья могут изменяться и осуществляться в автоматизированном режиме (с ограниченным участием человека).

Новая технология (применение ГАЛЛ) по сравнению с существующей имеет следующие достоинства.

1. Повышение производительности труда при производстве пиломатериалов за счет значительного сокращения операций на складах сырья и пиломатериалов и автоматического выбора оптимальных режимов пиления древесины на лесопильных модулях.

2. Повышение выхода пиломатериалов за счет выбора рациональных планов раскроя сырья с учетом размерно-качественных характеристик каждого поступающего на распиловку бревна, применения тонких пил с направляющими, точного ориентирования бревен относительно оси постова, высокой точности пиления и позиционирования пильных модулей, специальных способов распиловки бревен с кривизной.

3. Повышение качества пиления древесины за счет автоматического контроля качества получаемых пиломатериалов и автоматической корректировки режимов пиления, повышения точности подготовки пил и оснащения зубьев пластинками из сверхтвердых материалов при использовании лесопильных модулей нового поколения (например, ленточнопильных модулей с пилами, движущимися по криволинейным аэростатическим направляющим).

4. Удешевление изготовления и эксплуатации оборудования за счет использования унифицированных лесопильных модулей, обладающих малыми массой и габаритами, высокой точностью пиления и надежностью.

5. Сокращение численности работающих. При общем снижении обслуживающего персонала увеличивается численность инженерно-технических работников, и работник умственного труда становится главным.

6. Снижение затрат на складе сырья и пиломатериалов. Применение ГАЛЛ приводит к снижению затрат на содержание склада бревен за счет предельного упрощения операции их сортировки перед распиловкой до 2–4 градаций диаметров или исключения сортировки. Снижение затрат на содержание склада пиломатериалов обеспечивается вследствие выполнения сортировки получаемых пиломатериалов в лесопильном цехе путем их идентификации и маркировки (например, использования систему меток или штрих-кодов), а также применения настройки оборудования ГАЛЛ на максимальный спецификационный выход, что уменьшает число одновременно получаемых сечений пиломатериалов при некотором снижении объемного выхода.

7. Повышение эффективности управления производством пиломатериалов, так как в результате объединения промышленных и офисных сетей администрация предприятия (руководители и главные специалисты) в реальном времени получает доступ к объективной производственной информации (объемы производственной продукции, расход сырья, загрузка оборудования, простои и т.д.) и имеет возможность оперативно влиять на производственные процессы.

8. Решение социальных вопросов. Использование ГАЛЛ существенно изменяет структуру лесопильного производства и требования ко всем функциональным службам предприятия. Такие изменения носят социальный характер, так как связаны с улучшением условий труда, совмещением ряда специальностей, повышением уровня подготовки специалистов, ростом доли умственного труда, исключением тяжелого низкоквалифицированного физического труда.

В ГАЛЛ могут быть использованы в качестве модулей лесопильного оборудования лесопильные рамы, многопильные ленточнопильные станки и круглопильные станки, включающие пильные модули с возможностью их позиционирования на некотором расстоянии друг от друга в зависимости от плана раскроя сырья. Для обеспечения высокой эффективности работы ГАЛЛ пильные модули должны обладать надежностью, обеспечивать требуемую точность пиления и малый расход древесины в опилки, иметь малые габариты и металлоемкость.

Для создания ГАЛЛ необходимо выполнить следующие виды работ:

дать рекомендации по использованию средств определения размерно-качественных характеристик поступающего на переработку сырья;

разработать компьютерные программы для выбора плана раскроя пиловочного сырья с определенными размерно-качественными показателями для получения максимального выхода пиломатериалов: объемного, спецификационного, ценностного, качественного;

разработать компьютерные программы для выбора режимов пиления пиловочного сырья с определенными размерно-качественными характеристиками с учетом ограничений по точности пиления, шероховатости пиломатериалов, работоспособности межзубовых впадин, мощности привода;

определить требования к позиционированию лесопильных модулей в соответствии с рассчитанным планом распиловки пиловочного сырья и дать рекомендации по созданию позиционеров, обладающих высокой точностью позиционирования, быстродействием и возможностью корректировки позиционирования лесопильных модулей при смещении центра поля рассеяния толщин пиломатериалов от центра поля допуска;

предложить, определить параметры и разработать новые конструкции лесопильных модулей, имеющих малые габаритные размеры и металлоемкость, высокую точность пиления и малые энергозатраты; пилы лесопильных модулей должны иметь малую толщину, что уменьшает

энергозатраты и расход древесины в опилки, но высокую долговечность, что позволяет оснастить их износостойкими сплавами;

разработать средства непрерывного автоматического контроля качества пиломатериалов (точности и шероховатости) с анализом результатов с помощью вычислительной техники и принятием решений (корректировка режимов пиления, корректировка позиционирования пильных модулей, остановка линии для ее отладки);

разработать средства точной подачи распиливаемого материала к пильным модулям и надежного базирования при прохождении через них;

обеспечить идентификацию каждого пиломатериала для автоматизации всех операций на складе пиломатериалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 266188 СССР, МКЛ 38а, 3/04. Устройство для установки рамных пил / Прокофьев Г.Ф., Туфанов А.Г. № 1285275/29-33; заяв. 25.11.68; опубл. 17.03.70, Бюл. № 11.
2. А. с. 408773 СССР, МКЛ В27 В 13/10. Ленточнопильный станок / Прокофьев Г.Ф. № 1802797/29-33; заявл. 29.06.72; опубл. 30.11.73, Бюл. № 48.
4. А. с. 818862 СССР, МКЛ В27 В 15/00. Ленточнопильный станок / Прокофьев Г.Ф. № 2610721/29-15; заявл. 04.05.78; опубл. 07.04.81, Бюл. № 13.
3. А. с. 818859 СССР, МКЛ В27 В 3/10. Механизм резания лесопильной рамы / Прокофьев Г.Ф., Носаль Б.Д., Хвиозов А.Н. № 2666847/29-15; заявл. 29.09.78; опубл. 07.04.81, Бюл. № 13.
5. А. с. 874335 СССР, МКЛ В27 В 5/14. Узел резания круглопильного станка / Васкан Ю.В., Прокофьев Г.Ф. № 2934660/29-15; заявл. 29.05.80; опубл. 23.10.81, Бюл. № 39.
6. А. с. 1113245 СССР, МПК В27 В 3/10. Узел резания лесопильного станка / Прокофьев Г.Ф., Королев И.Ю. № 3569974/29-15; заявл. 29.03.83; опубл. 15.09.84, Бюл. № 34.
7. Пат. 2452615 РФ, МПК В27 В 3/10. Узел резания лесопильного станка / Прокофьев Г.Ф., Микловцик Н.Ю., Тюрин А.М. № 2011100762/13; заявл. 12.01.2011; опубл. 10.06.2012, Бюл. № 16.
8. Прокофьев, Г.Ф., Дундин Н.И. Основные направления интенсификации переработки древесины на лесопильном оборудовании // Лесн. журн. 2004. № 3. С. 65–74. (Изв. высш. учеб. заведений).
9. Прокофьев, Г.Ф., Иванкин И.И. Гибкие автоматизированные линии в лесопилении // Деревообаб. пром-сть. 2004. №6. С. 15–17.
10. Прокофьев Г.Ф., Иванкин И.И. Повышение эффективности пиления древесины на лесопильных рамах и ленточнопильных станках: моногр. / Под ред. Г.Ф. Прокофьева. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2009. 380 с.
11. Прокофьев, Г.Ф. Интенсификация пиления древесины на лесопильных рамах и ленточнопильных станках // Деревообаб. пром-сть. 1990. № 9. С. 6–10.

Поступила 16.11.12

G.F. Prokofyev

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

Intensification of Wood Sawing by Means of a Sawing Machine

Requirements to modern equipment have been considered; key ways of improving sawing machines are presented. The possibility of using a new type of sawing machines to develop flexible automated sawmill lines (FASL) is pointed out. The advantages of FASL have been shown and goals to be achieved while developing FASL have been set.

Key words: intensive development of production, ways of improving sawing machinery, flexible automated sawing lines.