

## КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ УЧЕБНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 62-529

*Р. Е. КАЛИТЕЕВСКИЙ, А. С. ГУДКОВ*

С.-Петербургская лесотехническая академия

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Приведена характеристика комплексных систем управления производством пиломатериалов в условиях рыночной экономики, направления подготовки пиловочного сырья к обработке и различия при алгоритмизации метода сортировки бревен в соответствии с поставками в программах имитации раскроя и его планирования. Предложена номенклатура комплексной системы компьютерных программ, позволяющих решать задачи оперативного управления и планирования производством пиломатериалов.

The characteristics of complex lumber-manufacturing control systems under conditions of market economy, the directions of sawlogs' preparation for processing and the variations at algorithmization of log grading method in accordance with multiple blade frame saws in cutting simulations programs and its planning have been presented. The nomenclature of complex system of software permitting to solve problems of on-line control and lumber production is offered.

Для успешного конкурирования на мировом рынке требуются не только гибкие, ориентированные на заказчика методы производства, но и информационные технологии. Под этим понимают современные комплексные системы управления производством, которые включают в себя все его стадии, начиная от получения заказа и кончая выставлением счетов и отгрузкой продукции.

Разработка автоматизированной системы управления производством пиломатериалов позволяет не только вписать функции оперативного управления в общую комплексную систему, но и обеспечить экономии сырья, труда и энергии при повышении конкурентоспособности пилопродукции, снижении сроков ее поставки, улучшении качества и уменьшении потерь.

Применение высоких технологий, базирующихся на современных системах управления с возможностью оптимизации процессов раскроя бревен на пиломатериалы, в корне меняет представление об отечественных крупных, средних и малых лесопильных предприятиях с двух- и одноэтажными лесопильными рамами. Использование сдвоенных и счетверенных ленточнопильных агрегатов (с фрезерными модулями) на первом проходе и многопильных круглопильных станков с пилами толщиной 1...2 мм на втором проходе позволяет вообще не производить сортировку бревен на малых предприятиях, базирующихся на головном оборудовании с гибкими поставками.

В условиях рыночных отношений оперативному управлению производством пиломатериалов отводится одно из основных мест как на перспективных предприятиях с новыми типами бревнопильного оборудова-

ния, так и на предприятиях, оснащенных лесопильными рамами. Необходимость выполнения конкретных заказов в ограниченные и строго определенные сроки при увеличении цены пиловочного сырья, которая на мировом рынке за последние 20 лет повысилась в 10 раз (у нас сегодня доходит до 50 тыс. руб. и более за 1 м<sup>3</sup> пиловочника), приводит к возрастанию цены ошибок, снижает возможную величину объемного и ценностного выхода пиломатериалов.

В настоящее время на наших лесопильных заводах внедряют линии для сухопутной сортировки бревен с организацией складов рассортированного сырья. Большое значение это имеет для пакетного метода обработки пиломатериалов на базе специализированного оборудования.

При сортировке бревен в бассейне перед подачей их в цеха с лесопильными рамами и нескольких режимах работы лесопильных потоков в течение смены (4 и более) происходит выравнивание объемов подаваемых в распиловку бревен различных сортировочных групп. Из-за частых переналадок поставов снижается возможная производительность цеха.

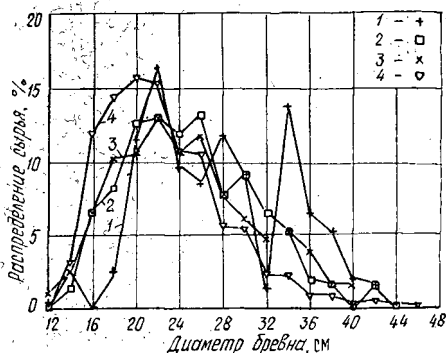
Для линий агрегатной переработки бревен, фрезерно-брусующих линий и других типов фрезерно-пильного оборудования, а также для сухопутной сортировки бревен с организацией складов рассортированного сырья неравномерность накопления и подачи бревен определенных сортировочных групп к бревнопильным линиям лесопильного цеха значительно увеличивается. Меняется также «кривая сырья» во времени по сравнению со среднегодовой. Наиболее высокий выход пиломатериалов определенных сечений при минимальных перепилах и недопилах может быть обеспечен уже точностью измерения диаметров бревен, что сохраняет точность границ сортировочных групп бревен на уровне 1...2 мм.

Подготовка пиловочного сырья к обработке может происходить по следующим направлениям:

- 1) сортировка бревен по четным диаметрам и группам четных диаметров без минимизации сортировочных групп перед бревнопильным оборудованием с «жесткими» (не регулируемые перед каждым бревном) поставами;
- 2) то же, но с минимизацией сортировочных групп по выпиливанию брусковых досок;
- 3) то же, но с возможностью осуществления гибких поставов и их применением только перед частью бревен, имеющих кривизну, большой сбеги или другие особенности формы, которые не учитывают при их сортировке;
- 4) без сортировки бревен при их распиловке на головном оборудовании с гибкими поставами.

В этих условиях все большее значение приобретает точность определения объемов каждого распиливаемого бревна и его различных характеристик, вплоть до пересмотра всей системы учета круглых лесоматериалов.

На рисунке линиями 1, 2 и 3 (кривые сырья) показано распределение сырья по диаметрам при его поступлении в лесопильный цех при 1-, 2- и 3-й итерациях. График построен при постоянном периоде работы лесопильных потоков в одну смену и коэффициенте превышения минимальных партий запуска бревен  $k = 4$ . В данном случае объем переработки сырья в каждой из итераций составляет 16,2 тыс. м<sup>3</sup>, что соответствует производительности ЛДК-3 АО «Северолесоэкспорт» в течение 20 смен (годовая производственная мощность предприятия 400 тыс. м<sup>3</sup>). Линия 4 — среднегодовая кривая сырья, поступающего на комбинат.



Изменение кривых сырья значительно влияет на результаты планирования раскроя бревен и емкость склада рассортированного сырья, не говоря уже о других параметрах системы. Наши исследования показывают, что только при оперативном управлении подготовкой и раскроем сырья может быть обеспечен высокий выход пиломатериалов с минимальными перепилами и недопилами.

Традиционно рекомендуемый метод сортировки пиловочных бревен по четным диаметрам и группам четных диаметров [6] или с дробностью в один четный сантиметр [2] уже давно подвергнут ревизии [4, 10]. Незначительное изменение диаметров бревен при их распиловке одним поставом приводит к значительному изменению объемного выхода пиломатериалов. Поэтому в программы имитации раскроя бревен и планирования необходимо закладывать метод сортировки пиловочных бревен в соответствии с поставами на их распиловку. При алгоритмизации этого метода имеются следующие варианты.

1. Перебор массива сырья во всех случаях планирования раскроя бревен на пиломатериалы определенных сечений и их объемов начинают с наибольшего диаметра. Шаг измерения диаметров выбирают в зависимости от поставленной задачи и принятого учета пиловочных бревен.

2. При переборе массива сырья объемный выход пиломатериалов и границы сортировочных групп бревен можно рассматривать или с точки зрения их оптимизации по брусовым (вырабатываемым из пласти бруса) доскам, или по совокупности сечений всех досок (толстых и тонких).

3. При существующих методах планирования раскроя пиловочного сырья после составления и расчета первого постава приступают к составлению и расчету второго и т. д. Однако в работе Т. И. Готовой [1], выполненной под нашим руководством, составление поставов и анализ выполнения спецификации пиломатериалов предложено проводить по всем группам бревен одновременно. Сначала составляют пакеты брусковых досок, а из оставшихся сечений — наборы боковых досок первого и второго проходов.

Пакеты боковых досок формируют по методу полного перебора всех возможных вариантов с выбором варианта, обеспечивающего максимальный объемный выход пиломатериалов из периферийной зоны бревна.

Если при имитации распиловки всего объема партии бревен расчетного диаметра сечение не выполнено, то для бревен меньшего диаметра пакет брусковых досок формируют из того же сечения и т. д. Если заданный объем досок данного сечения выполнен при распиловке ограниченного объема партии бревен соответствующего диаметра, то

сечение исключают из спецификации, а для оставшихся бревен данного диаметра формируют пакет брусковых досок следующего сечения. Формирование последнего происходит по другому поставу, и этим можно определять границу данной сортировочной группы.

Если план раскроя выполнен при приемлемом уровне объемного выхода пиломатериалов, то объемный выход оптимизируют по специальному алгоритму за счет сокращения количества перерабатываемого сырья с постоянной проверкой выполнимости спецификации пиломатериалов.

4. При сортировке пиловочных бревен для поставов с оптимизацией границ сортировочных групп бревен по брусковым доскам [3, 7] увеличивается на 10...20 % количество вырабатываемых из бруса толстых пиломатериалов по сравнению с их сортировкой по четным диаметрам. Здесь учитывают, что расчетную ширину пласти бруса полностью используют на получение толстых досок. Поэтому предложено дополнительное увеличение расчетной ширины пласти бруса, учитывающее неточность центрирования по поставу бревен и брусьев, неправильность формы бревен. При этом дробность сортировки бревен по диаметрам уменьшается в 1,3—1,7 раза по сравнению с традиционными рекомендациями. Например, средневзвешенное соотношение тонких и толстых досок в общем объеме пилопродукции авто-, вагоно-, сельхозмашиностроения составляет соответственно 10,66 и 84,34 % [5].

5. При сортировке пиловочных бревен для поставов с оптимизацией границ сортировочных групп бревен по брусковым доскам можно использовать способ, когда поставки начинают составлять последовательно, например в соответствии с наибольшим четным диаметром бревен. При этом план раскроя формируют по ранее заказанным поставам, начиная с наибольших значений толщин и ширин брусковых досок или с учетом этих значений при оптимизации поставов по критерию максимального объемного выхода пиломатериалов с шагом размеров вершинных диаметров бревен  $\pm 5$  мм. Пакет брусковых досок составляют из пиломатериалов наибольших ширин и толщин.

При выполнении заданных объемов толстых (брусковых) и тонких досок заданных сечений в процессе распиловки определенного объема партии бревен соответствующих диаметров сечения исключают из спецификации, а из оставшихся бревен данного диаметра формируют пакеты брусковых и боковых досок оставшихся сечений. Любое изменение поставов фиксирует границы сортировочных групп.

6. Для планирования раскроя сырья на пиломатериалы используют метод линейного программирования [8].

При осуществлении расчетов на кузовом вычислительном центре шаг управления равен декаде, при оперативном планировании — не более смены. Объективные решения в этом методе могут быть получены только при использовании весьма большого числа поставов, что занимает много машинного времени. Кроме того, требуется дополнительная процедура преобразования модели с двухиндексными переменными к стандартному виду задачи линейного программирования с одноиндексными переменными. Закрытая структура пакета прикладных программ линейного программирования не позволяет вмешиваться в процессе оперативного управления, что в целом ряде случаев увеличивает время получения результатов.

Важным вопросом при организации сухопутной сортировки пиловочника является определение рациональной емкости склада рассортированного сырья. Первые работы в этой области были опубликованы в 70-е годы [11].

Для решения вопросов планирования раскроя сырья на пиломатериалы и управления их производством необходимо создание и исполь-

зование системы специализированных технологически ориентированных программ, которые являются основой программно-методического обеспечения автоматизированных рабочих мест (АРМ) технологов лесопильных предприятий, а также базой при создании системы автоматизированного проектирования (САПР) технологий лесопиления.

Следует учитывать, что раскройные программы, используемые при планировании, в том или ином виде могут быть также включены в контур управления линиями сортировки бревен (под поставки) и бревнопильным оборудованием с гибкими поставками.

Система компьютерного продукта для оперативного управления процессами подготовки и раскроя пиловочного сырья состоит из следующих программ:

1. Программа «LES-R» предназначена для расчета и проектирования оптимальных поставок и их систем. В качестве подпрограммы она содержит программы «BEAM-300» и «OPT-500», разработанные Л. И. Шматовым под руководством проф. Р. Е. Калитеевского.

2. Программа «PLAN-AR» предназначена для составления оперативного плана раскроя сырья на пиломатериалы при определенных спецификациях сырья и пиломатериалов в двух режимах: расчет плана раскроя с ранее заказанными поставками для каждой сортировочной группы бревен и оптимизацией поставок по критерию максимального объемного выхода пиломатериалов для каждой сортировочной группы бревен с определением их границ; минимизация числа групп (по выполнению брусковых досок).

3. Программа «SCLAD-10» является имитационной и предназначена для определения рациональной емкости склада рассортированного сырья с анализом взаимовлияния этой емкости и производительности лесопильного цеха, а также других производственных факторов в системе линия сортировки бревен — склад рассортированного сырья — лесопильный цех. К этим факторам относятся: величина периодов работы лесопильных потоков, число сортировочных групп бревен, соотношение производительности линии для сортировки бревен и лесопильного цеха, коэффициент превышения минимальных партий запуска бревен, коэффициент загрузки лесопильного цеха и др. В качестве подпрограммы включены программы для определения производственной мощности лесопильного цеха и рационального распределения пиловочных бревен различных диаметров по бревнопильным линиям, разработанные Р. Е. Калитеевским и А. С. Гудковым.

Предлагаемая система компьютерных программ позволяет решать задачи оперативного управления и планирования для выпилки пиломатериалов заданных сечений и объемов в определенные сроки, т. е. с учетом временных факторов. При этом она обеспечивает получение наибольшего возможного выхода пиломатериалов при их минимальных перепилах и недопилах, а также рациональной емкости склада рассортированного сырья и максимального коэффициента загрузки лесопильного цеха.

Кроме этих программ, комплексная система управления производством пиломатериалов должна содержать следующие программы.

1. Оптимизация раскроя хлыстов по критерию максимального выхода пиломатериалов [9].

2. Оптимизация производственных процессов в лесопильных цехах большой, средней и малой производственной мощности.

3. Определение рациональных технологических параметров и режимов работы системы лесопильный цех — участок пакетов- и штабелеформирования — сушка пиломатериалов — окончательная обработка, комплектование, хранение и отгрузка пиломатериалов.

Особо следует отметить, что проектирование высоких информационных технологий лесопиления, включающих в себя системы оптимизации раскроя пиловочного сырья и оперативного управления производством пиломатериалов, практически невозможно старыми методами, при которых оборудование располагалось по ходу производственного процесса без соответствующих расчетов и определения рациональных (оптимальных) его параметров, емкости складов рассортированного сырья и др..

Это необходимо и при реконструкции существующих лесопильных предприятий малой, средней и большой производственной мощности для увеличения уровня их конкурентоспособности. Использование САПР технологий лесопиления в несколько раз сокращает сроки проектирования и внедрения ресурсосберегающих и наиболее эффективных производств пиломатериалов при резком повышении качества проектных работ.

Именно поэтому необходима разработка технологически ориентированных программно-методических материалов, их использование в системах АРМ технологов лесопильных предприятий и САПР технологий лесопиления для проектных организаций России. Если эти работы будут осуществлять зарубежные фирмы, то Россия может потерять технологическую независимость при проектировании новых и реконструкции существующих лесопильных предприятий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Глотова Т. И. Совершенствование технологической подготовки процессов сортировки и раскроя сырья на пиломатериалы с применением ПЭВМ: Дис. ... канд. техн. наук.—Л., 1990.—175 с. [2]. Житников В. Е., Нушкарев С. Г. Влияние дробности сортировки сырья на объемный выход пиломатериалов // Науч. тр.—ЦНИИМОД, 1975.—Вып. 32.—С. 46—48. [3]. Калитеевский Р. Е., Гудков А. С. Оперативное управление и планирование процессов подготовки и раскроя сырья на пиломатериалы // Лесн. журн.—1993.—№ 2—3.—С. 39—42.—(Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Калитеевский Р. Е. Технология лесопиления.—М.: Лесн. пром-сть, 1986.—264 с. [5]. Нушкарев С. Г., Мишина Т. И., Капанадзе М. А. Степень обеспечения потребителей специфицированными пиломатериалами по размерам и качественным признакам // Стандартизация и качество продукции.—Архангельск, 1982.—С. 45—48. [6]. Попов Н. А. Посортные и сортиментные выходы пиломатериалов из сосновых и еловых бревен.—М.: Гослесбумиздат, 1955.—46 с. [7]. Рыкунин С. Н., Шалаев В. С. О дробности сортировки пиловочного сырья // Деревообаб. пром-сть.—1983.—№ 12.—С. 4—5. [8]. Соболев И. В. Управление производством пиломатериалов.—М.: Лесн. пром-сть, 1981.—185 с. [9]. Сухов И. Е. Раскрой хлыстов и сортировка пиловочника на лесопильных предприятиях с целью увеличения выхода пиломатериалов: Дис. ... канд. техн. наук.—Л., 1986.—175 с. [10]. Туомала И. Улучшение результатов распиловки путем оптимизирующей ориентации бруса. Лаборатория Ганса Альстрем // Новейшие решения в области технологии и оборудования для лесопильной промышленности: Материалы симпозиума.—М., 1980.—В4.—64 с. [11]. Шпигельман Я. В. Исследование технологических параметров процессов сортировки сырья и окончательной обработки пиломатериалов на крупных лесопильных предприятиях: Дис. ... канд. техн. наук.—Л., 1980.—256 с.

Поступила 30 января 1995 г.