

точное совпадение пропилов каждого из блоков пил, т.е. необходима высокая точность заданного положения пил в поставе. Точность заданного положения каждой следующей от буртика пилы зависит не только от точности изготовления предыдущих пил и промежуточных прокладок, но и от количества пил и колец. Положение самой крайней пилы зависит от суммарной погрешности изготовления и установки всех пил и колец.

Схема блока пил для станка показана на рис.1. На полой втулке 1 с буртиком 2 в средней части набирается с каждой стороны по шесть пил 3 диаметром 400 мм, толщиной 2,2 мм через промежуточные кольца 4. Набор закрепляется гайками 5 с обоих концов втулки. При этом точность заданного положения пил при прочих равных условиях повышается в два раза по сравнению с известными способами крепления.

Применение двух блоков, кроме прочего, снижает усилие резания на валу и повышает устойчивость пил. Рассмотренная конструкция втулки для крепления набора пил повысит точность раскроя брусьев на многопильных круглопильных станках.

#### Л и т е р а т у р а

1. Калитеевский Р.Е. Проектирование лесопильных потоков. М., 1972. 2. Санев В.И. Оптимальные схемы лесопильных потоков на базе круглопильных станков и агрегатов. -- Мат-лы Всесоюзн. конф. Минск, 1974.

Н.В. Маковский

#### РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Рассмотрение способов повышения полезного использования древесины при ее механической обработке показывает, что совершенствование деревообрабатывающего оборудования зависит от технологических задач и условий производства. Основное устройство любого технологического оборудования в первую очередь определяется особенностями обрабатываемого изделия, характером процесса и формой организации производства (сх. 1).

В производстве изделий рациональное использование древесины лучше всего обеспечивается выпуском изделий упрощенной формы, состоящих из минимального числа рационально сопряженных деталей при концентрированном процессе в поточном

Схема 1. Общие способы повышения полезного использования древесины (механическая обработка)

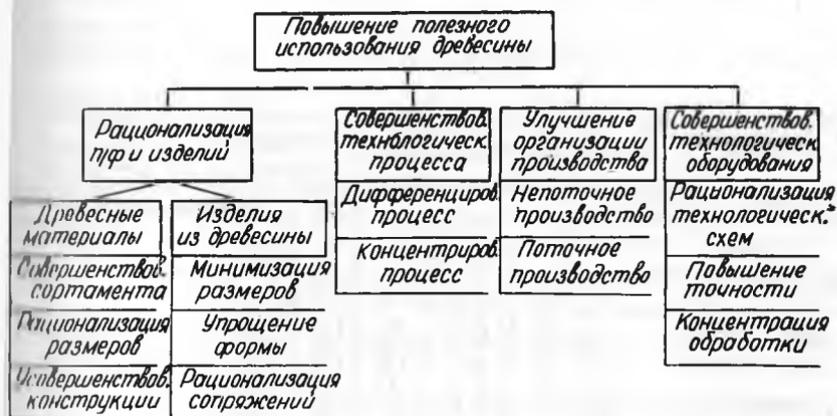
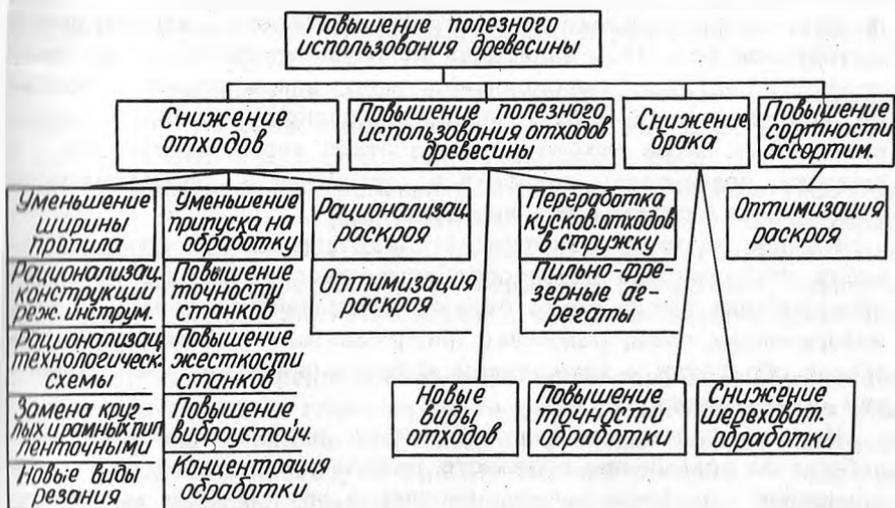


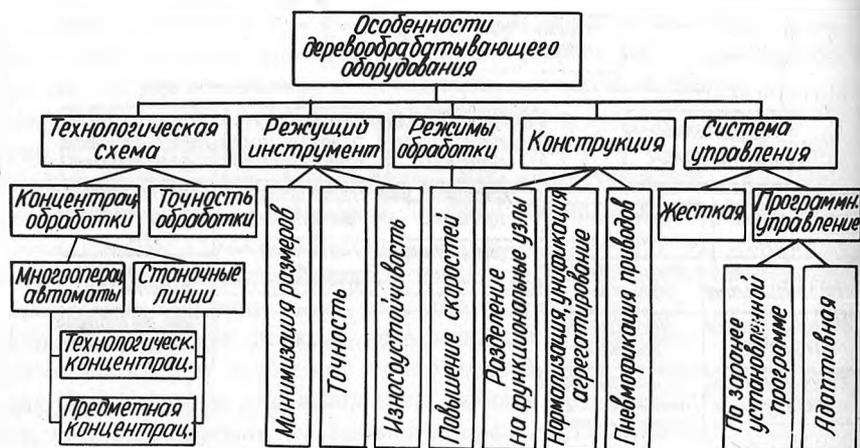
Схема 2. Способы повышения полезного использования древесины при станочной обработке



производстве. Это позволяет использовать многооперационное автоматическое оборудование, обеспечивающее повышение полезного использования древесины.

Среди способов повышения полезного использования древесины при станочной обработке важнейшими следует считать:

Схема 3. Основные особенности технологического д/о оборудования, обеспечивающего повышение полезного использования древесины



снижение отходов, повышение полезного использования последних, снижение брака и повышение сортности ассортимента материалов (сх. 2). Реализация их осуществляется путем проведения следующих мероприятий: уменьшением ширины пропила, припуска на обработку, рационализацией раскроя, изысканием новых видов отходов, переработкой кусковых отходов в стружку, повышением точности и снижением шероховатости обработки и оптимизацией раскроя.

Каждое из этих мероприятий следует вести с учетом развития современного деревообрабатывающего оборудования. Это оборудование лучше всего оценить совершенствованием технологических схем, режущего инструмента, оптимизацией режимов обработки и улучшением конструкции и систем управления оборудования (сх. 3).

Исходя из этих соображений, можно прийти к выводу, что работы по повышению полезного выхода древесины при ее станочной обработке должны вестись в двух планах: текущем и перспективном. К сожалению, текущие работы по повышению полезного использования древесины особенно на производстве не всегда удовлетворительны. Легкость обработки древесины как материала и сравнительно небольшая величина потерь для каждого отдельного изделия приводят к частым отклонениям от технологических норм. В результате увеличиваются отходы,

возрастает брак, снижаются экономические показатели производства.

Перспективные работы, направленные на повышение полезного использования древесины при станочной обработке, следует разбить на две группы: 1) повышение полезного выхода древесины при раскросе (оптимизация раскроя) и 2) снижение потерь древесины и брака при обработке уже раскросенного материала.

Оптимизация раскроя древесины представляет собой важнейшую и вместе с тем сложную проблему. Для полного осуществления ее на современном уровне надо решить три задачи: автоматическую дефектоскопию древесины, автоматическое базирование заготовки в позиции оптимального раскроя и автоматическое оптимальное позиционирование режущего инструмента. Автоматизация дефектоскопии пока не решена и может служить весьма актуальной темой для исследований многих НИИ.

Автоматическое базирование заготовок неправильной геометрической формы в лесопильном производстве требует математического моделирования заготовок и быстродействующих устройств их ориентации по результатам дефектоскопии и выявления формы и размеров. Такого рода устройства (их можно назвать манипуляторами) должны работать в режиме "думающего" робота.

К сожалению серьезных исследований в этом направлении пока нет. Наиболее целесообразно, чтобы их выполнением занялись ЦНИИМОД и ГКБД Главдревстанкопрома.

Вопросы позиционирования режущих инструментов исследуются рядом организацией: ВНИИДМАШем, ГКБД, Вологодским станкозаводом, МЛТИ и др. Однако крупных законченных работ здесь пока еще мало. Одним из серьезных вопросов является позиционирование ленточнопильных, круглопильных и фрезерных инструментов.

В настоящее время при раскросе древесины еще применяются нерациональные глазомерные и ручные методы ведения этого процесса. В результате имеются большие потери древесины. По данным института СибНИИЛП, при раскросе широких досок на обрезных станках с ручным управлением объемные потери древесины в рейки составляют 24% от максимально возможного выхода. Стоимость получаемых пиломатериалов снижается на 18—20%. Значительные еще потери древесины при продольном и поперечном раскросе бревен.

Следует отметить, что наиболее подготовлен к автоматизации процесс продольного раскроя и обрезки досок в лесопильном производстве.

Проект нового четырехпильного обрезного станка ГКБД предусматривает эти требования. Здесь после автоматического базирования доски оператор выбирает программу позиционирования только двух средних пил для вырезки фаутных мест, а крайние устанавливаются автоматически в оптимальное положение. Предварительная световая сигнализация указывает оператору выбранное положение пил. Если оператор согласен с ним, то он дает команду на исполнение, позиционеры отрабатывают программу, и включается передача доски в станок.

В настоящее время уже испытан опытно-промышленный образец такого станка с двухконтурным электрогидравлическим следящим приводом позиционирования пил, разработанный ГКБД Главдревстанкопрома. Бюро продолжает работу по дальнейшему совершенствованию обрезных станков.

Усовершенствование оборудования для распиловки бревен и брусьев пока основывается на использовании жестких программ (лесопильные рамы, круглопильные и круглопильно-фрезерные агрегаты) или систем программного управления с дискретным позиционированием при ручном вводе программы (многопильные и пильно-фрезерные агрегаты). К простейшим из них относятся двойные пильно-фрезерные и сдвоенные ленточно-пильно-фрезерные станки. Здесь позиционирование инструментов производится с пульта путем выбора заранее запрограммированного положения.

Пильно-фрезерные агрегаты не имеют еще программного управления.

Попытки программирования положения фрез на агрегате ЛАПБ (ЦНИИМОД) не дали хороших результатов. Ни одна из этих систем полностью не отвечает требованиям оптимизации раскроя. Дальнейшее их совершенствование связано с моделированием бревен и, вероятно, так же как и для обрезного оборудования будет решаться в два этапа: 1) поток моделируется достаточно приемлемой средней (типовой) математической моделью, манипулятор устанавливает бревно в оптимальное положение, а программа позиционирования режущего инструмента вводится оператором; 2) находится "гибкая" математическая модель, отображающая особенность каждого бревна, при этом манипулятор снабжается адаптивной системой управления и выдается команда на позиционирование режущих инструментов.

В этом варианте манипулятор приобретает функции наиболее развитого "робота".

Современные машины для раскроя щитов также снабжаются системой программного управления. В данном случае программирования, осуществляемого путем выбора заранее разработанных программ, обычно вполне достаточно. Наиболее совершенные машины этого типа полностью механизированы.

Совершенствование машин, предназначенных для обработки уже раскrojенных заготовок, в направлении снижения потерь древесины и брака ведутся главным образом путем улучшения базирования заготовок, позиционирования режущих инструментов и повышения точности обработки. Наилучшим образом вопросы базирования решаются применением концентрированной обработки без перебазирования (на единой базе).

Построение машин и линий концентрированной обработки за последнее время особенно успешно развивается благодаря широкой их пневмофикации. До недавнего времени многооперационные автоматы строились почти исключительно на базе кулачкового привода, что значительно усложняло их применение. С использованием пневматического привода все эти движения легко реализуются с помощью пневмоцилиндров. При неподвижном базировании широко применяются пневматические упоры, толкатели и зажимы, удобно и быстро перемещаемые.

На станках с позиционной обработкой теперь применяются сквозной пропуск деталей через рабочую зону. Это позволяет встраивать такие станки в линию. Досылка заготовок к базирующим устройствам осуществляется обычно конвейером.

Для базирования криволинейных деталей, например ножек стульев, применяется несколько систем. В одних заготовки базируются с помощью установочных элементов, закрепленных на подвижной траверсе, которая убирается после зажима заготовок пневмоцилиндрами, в других — заготовка центрируется, ориентируясь особым захватом, и в таком положении переносится к зажиму.

Первый вариант менее приемлем, так как излишний пропуск приходится на одну сторону. Это требует более точного выпиливания заготовки, что достигается путем применения специальных ленточнопильных станков. На них выпиливание производится без разметки с помощью шаблонов (копиров), закрепленных на каретке. Щуп копира и направляющее устройство пильной ленты образуют следящую систему. Изменение положения щупа под действием шаблона вызывает соответ-

ствующее изменение положения ленты, что приводит к криволинейной распиловке. Так как на каретке имеется два шаблона, кривизна контуров детали может быть разной.

У станков, требующих центрирования заготовок (токарных, копируемых и др.), широко применяются пневматические центрирующие устройства. При использовании скользящего базирования материала в продольно-фрезерных станках с вальцовой подачей найден новый метод базирования по плоской установочной поверхности станка с узкими приводными вальцами (роликами), облицованными эластичным покрытием. Так как ширина роликов невелика, они расположены в окнах установочной поверхности. Таким образом, материал в зоне подающего механизма хорошо базирован на всем протяжении.

Большое влияние на величину припуска и точность обработки оказывает способ позиционирования заготовки или режущего инструмента.

Более точный отсчет положения настраиваемого органа (0,01 мм) можно получить с помощью стрелочных устройств. Простейшие из них представляют сочетание устройства со шкальным отсчетом целых миллиметров по шкале и сотых долей по индикатору часового типа. Применяют также специальные стрелочные индикаторы с двумя стрелками, одна из которых показывает миллиметры, а вторая — сотые.

Получают также распространение оригинальные стрелочные отсчетные устройства, вмонтированные в маховички. Последние воздействуют на механизм перемещения (обычно ходовой винт) не непосредственно, а через зубчатую, часто планетарную передачу. Таким образом, за один оборот маховичка при винтовой передаче рабочий орган перемещается не на шаг винта, а лишь на небольшую часть его, указываемую стрелкой точной настройки (0,01 мм). Вторая стрелка показывает грубую настройку. Эти устройства должны оборудоваться безлюфтовыми механизмами перемещения (например, винт—гайка).

Интересны системы размерной настройки с цифровым отсчетом. Они представляют собой отсчетные барабанные устройства с рядом цифровых дисков, из которых отсчитывающий десятичные доли миллиметра вращается непрерывно, а остальные поворачиваются ступенчато на одну десятую часть оборота. Приводной валик такого устройства кинематически жестко (например, цепной передачей) связан с валом механизма перемещения рабочего органа. Целесообразно, чтобы такие отсчетные устройства были расположены вблизи маховичков.

Из устройств программной настройки получили распространение ограничители ходов и цифровые системы. Первые применяются для ограничения хода материала при базировании или настройки подвижных рабочих органов на ограниченное число программ (обычно не более восьми). Цифровые же системы могут обеспечивать эти процессы на неограниченное число программ.

Наиболее распространены пневматические ограничители ходов. Простейший вариант их представляет ряд заранее устанавливаемых упоров, управляемых пневмоцилиндрами. Такие упоры могут занимать два положения: рабочее выдвинутое и нерабочее втянутое. За последнее время была предложена интересная система суппортов с пневматическими механизмами их размерной настройки по жестким упорам поворотных барабанов. Для изменения программы настройки достаточно подать сжатый воздух в пневмоцилиндр на отвод барабана от неподвижного упора, повернуть барабан и реверсировать подачу воздуха. Электрические ограничители ходов обычно бесконтактные. Они представляют собой заранее устанавливаемые лепестки экранов бесконтактных конечных выключателей (БВК-24), воздействующих на приводной механизм настроечного устройства.

Цифровые системы программной настройки, по-видимому, наиболее перспективны. Уже сейчас можно отметить ряд интересных образцов.

Управление рабочими органами с помощью цифровых систем программной настройки осуществляется с пульта. В наиболее простом исполнении пульт оборудуется рядом кнопок (или клавиш) на ограниченное число программ. Нажимом на нужную кнопку вводится требуемая программа перемещения, обрабатываемая приводным механизмом. Управление им осуществляется особым датчиком положения (обычно электроконтактным), кинематически связанным с перемещаемым органом. Когда отработанная программа совпадает с заданной на пульте, перемещение прекращается.

Оптимальный вариант цифровой системы программного управления позволяет задать любое (в пределах крайних) положение перемещаемому органу, обычно с точностью 0,1 мм.

За последнее время для ввода программы на пульте управления получили распространение две системы: кнопочная (или клавишная) и с поворотными дисками. В первом случае пульт

управления оборудован системой кнопок (клавиш) для ввода нужного значения дециметров, сантиметров, миллиметров и десятых долей миллиметра положения рабочего органа.

Кроме того, имеется кнопка (клавиша) включения привода механизма и индикаторные лампы, указывающие значение отработанной программы. Во втором случае на пульте имеются барабаны с набором поворотных цифровых дисков по одному на каждый разряд программируемого числа перемещения. Благодаря выступам диски легко поворачиваются вручную, что обеспечивает хорошую наглядность программы. Такие пульты также иногда снабжаются индикаторными лампами.

Механизмы отработки программ в обоих случаях идентичны: они оборудуются датчиками положения и срабатывают по схеме совпадения.

Системы цифровой программной настройки отличаются быстройдействием, что дает возможность решать некоторые новые задачи производственного процесса. Так, применение их позволяет вести на узкофрезерном станке поочередно без переналадки, обработку длинных и коротких брусков оконного переплета. На пульте управления имеются два барабана-программносителя: для ввода длинных и коротких брусков. Для поочередной обработки двух длинных и двух коротких брусков, упор —ограничитель хода материала — выполнен так, что он быстро перемещается от системы программной настройки.

Таким образом, применение системы цифровой программной настройки позволяет упростить процесс и снизить припуск на обработку деталей, поскольку сборка их производится сразу после обработки, т.е. выполняется с более высокой степенью точности.

Следует отметить, что централизованное производство пневмоприводов для деревообрабатывающих машин у нас еще не налажено. Необходимо разработать номенклатуру силовых, распределительных и регулирующих элементов этих механизмов и организовать их массовый выпуск. Особое внимание должно быть уделено достаточной гибкости размеров пневматических цилиндров и устройству их крепления. Помимо обычного крепления на лапах должны изготавливаться пневмоцилиндры с креплением на фланце за цилиндр и др. Необходимо также выпускать пневматические цилиндры встроенного типа, которые удобны для силовых самоходных головок.

Решение задачи массового выпуска пневмоприводов для деревообрабатывающих машин будет способствовать дальней-

шему развитию производства деревообрабатывающих машин концентрированной обработки.

Актуальным представляется также вопрос более широкого внедрения систем точного позиционирования заготовок или режущего инструмента. Необходимы значительные исследования в области создания прогрессивных систем программного управления. Все возрастающие требования к рациональному использованию древесины и повышению производительности машин будут способствовать дальнейшей концентрации процессов обработки, а следовательно, усложнению машин и их линий.

В результате такого усложнения стоимость машин возрастает. Однако в связи с экономией древесины и повышением выработки машины и производительности труда применение все более сложных машин эффективно. К существенным недостаткам новых, более сложных машин относится снижение их мобильности. Многооперационные автоматы и автоматические линии с жесткой программой допускают переналадку, но она весьма трудоемка. Поэтому современное высокопроизводительное оборудование эффективно может использоваться без переналадки, т.е. только на крупных специализированных производствах с массовым выпуском однородных изделий.

Неизбежность существования производства с серийным выпуском изделий требует изыскания нового вида оборудования, сочетающего в себе как высокую производительность, так и хорошую мобильность. Этому требованию удовлетворяет оборудование, оснащенное специальными программными системами управления. В ближайшее время следует ожидать интенсивного развития станков, автоматических линий, цехов и заводов с программным управлением.

В.И. Микулинский

## О КИНЕМАТИЧЕСКИХ НЕРОВНОСТЯХ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Высота волны при фрезеровании связана с радиусом фрезы и подачей на резец. Установим эти связи с учетом неточностей расположения резцов на окружности резания.

На рис. 1 приведена схема образования поверхностей резания для двухрезцовой фрезы. На ней даны следующие обозначения:  $R_2 = R$  — радиус фрезы по 2-му выступающему резцу;  $R_1$  — радиус 1-го резца, имеющего снижение  $\Delta R_1 =$