

Как показали опытные пропитки, требуемое качество консервирования древесины достигается уже при сокращении всего процесса пропитки до 1 часа при энергопотреблении в 1 кВт/м³.

Данный режим возможно осуществить на установке Уральского лесотехнического института (полезная модель 17885).

Библиографический список

1. Ермолин В.Н. Основы повышения проницаемости жидкостями древесины хвойных пород: Монография. – Красноярск, СибГТУ, 1999, 100 с.
2. Калачев Г.П. «Исследование процесса и разработка технологии пропитки древесины с использованием импульсных колебаний»: Дис.к.т.н. – М.: МЛТИ, 1980. – 180с.
3. Патент РФ 2 011 511 Способ пропитки пористых тел.

Новоселов В.Г., Агафонов О.Ю. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

vgnov@usfeu.ru

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЛЕСОПИЛЕНИЯ ПО КРИТЕРИЮ «ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ»

THE TECHNOLOGICAL SYSTEM RELIABILITY INCREASING OF WOOD SAWING BY CRITERION «PRODUCTIVITY»

В соответствии с ГОСТ 27.004-85 [1] под технологической системой лесопиления понимается совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения (лесопильное и околостаночное оборудование), предметов производства (обрабатываемые лесоматериалы) и исполнителей (станочников, помощников), выполняющих в регламентированных условиях производства заданную технологическую операцию – получение пиломатериалов из пиловочного сырья. Одним из важнейших критериев надежности технологической системы по ГОСТ 27.204-83 [2] является производительность. В качестве параметра принимается номинальная производительность - количество продукции изготовляемой в единицу времени. Например, для проходных станков она определяется по формуле [3]

$$Q = (V_s T i K_n K_u) / (L i_n),$$

где V_s – скорость подачи, м/мин; T – продолжительность периода, за который определяется производительность, мин; i – количество одновременно обрабатываемых деталей; K_n – коэффициент производительности станка; K_u – коэффициент использования станка; L – длина детали, м; i_n – число проходов для полной обработки одной детали.

Несмотря на массивную рекламу и экспансию на отечественном рынке лесопильного оборудования круглопильных и ленточнопильных станков, наиболее эффективными для массового производства пиломатериалов, как показано в работе [4],

остаются лесопильные рамы. Основной их недостаток – высокую виброактивность – удалось устранить в полностью уравновешенных бесшатунных механизмах резания. Другим, технологическим, их недостатком остается относительно невысокая скорость подачи V_x в сравнении с конкурирующими типами оборудования, и, хотя приведенная к одной пиле производительность формообразования значительно выше, но большое время обработки одного бревна задает низкую ритмичность всего последующего технологического процесса. Рост скорости подачи возможен как за счет частоты вращения коренного вала n , так и величины посылки S_{2x} , зависящей от максимально допустимой подачи на зуб пилы S_z

$$V_x = 10^{-3} S_{2x} n, \quad (1)$$

$$S_{2x} = S_z \frac{H}{t}, \quad (2)$$

где H – ход пильной рамки, мм; t – шаг зубьев пилы, мм.

Частота вращения коренного вала ограничена прочностью и долговечностью деталей механизма резания, подверженных действию значительных инерционных нагрузок, возрастающих пропорционально квадрату скорости. Посылка же ограничивается целым рядом факторов.

Проведенные по методике [5] расчеты показали, что, например, для лесопильной рамы Р63-4 при распиловке бревен хвойных пород около 70% массива посылок ограничены работоспособностью впадины зуба, около 10% - сцеплением вальцов механизма подачи с древесиной и 15% – мощностью привода механизма резания, и только 5% – качеством обработки. При распиловке бруса массив допустимых посылок ограничивается качеством пиломатериалов примерно на 20%, работоспособностью впадин зубьев - на 30% и мощностью привода механизма резания - на 50%. Прочие факторы – прочность и устойчивость пил, мощность механизма подачи - при заданных условиях не наложили своих ограничений.

Следовательно, имеется резерв повышения надежности технологической системы лесопиления по критерию «производительность» (скорость подачи) путем максимального приближения всего массива посылок к пределу, ограничиваемому качеством обработки. При этом необходимо производить проверку достаточности мощности привода механизма подачи, прочности пил и их устойчивости в пропилах. То есть, мы имеем оптимизационную задачу с целевой функцией и переменными, на которые наложены ограничения. Решение данной задачи известно, например в [6], где в качестве целевой функции принята производительность в m^3 и в качестве управляемых переменных процесса - толщина, шаг зубьев и жесткость при кручении пилы; длина пути резания резца в древесине; величина подачи на зуб пилы.

Несколько упростив и видоизменив задачу, примем в качестве целевой функции накопленную разность Δ между соответствующими элементами матрицы посылок по качеству S_{2x1j} и матрицы расчетных посылок S_{2xpj} – минимальных из посылок по всем критериям при заданных условиях распиловки (порода, состояние древесины, высота пропила, количество пил)

$$\Delta = \sum_{j=1}^n (S_{2x1j} - S_{2xpj}) \rightarrow \min, \quad (3)$$

$$S_{2xpj} = \min \{S_{2xij}\}, \quad (4)$$

где S_{2xij} – j -тый элемент матрицы посылок по i -тому критерию.

Учитывая поставленную задачу повышения производительности, снимем ограничения посылок, связанные с конструктивными факторами: мощностью приводов механизмов резания и подачи, сцеплением подающих вальцов с древесиной, которые могут быть повышены за счет применения более мощных двигателей, а также более глубокого рифления подающих вальцов и дополнительного их прижима. Оставим среди переменных целевой функции только факторы, определяемые непосредственно процессом резания: качество пиломатериалов, работоспособность впадин зубьев, прочность и устойчивость пил. В качестве управляемых переменных примем: шаг зубьев пил t , высоту пропила h , количество пил в поставе N .

Посылка по качеству пиломатериалов S_{2x1j} определяется по формуле (2) при максимальной подаче на зуб по шероховатости поверхности $S_{z1} = 2,0$ мм (при $R_z=1000$ мкм).

Подача на зуб по работоспособности впадины зуба определяется по формуле

$$S_{z2} = t^2 / (kh_{\max}), \quad (5)$$

где t – шаг зубьев пилы; k – коэффициент, зависящий от соотношения высоты пропила h_{\max} и хода пильной рамки H : при $h_{\max} < H-50$ $k=1,8$; при $h_{\max} \geq H-50$ $k=3,6$. Расчет посылки S_{2i2j} также ведется аналогично по формуле (2).

Подача на зуб по прочности зубьев пил S_{z3} при распиловке хвойных пород составляет около 2,4 мм, что превышает подачу по качеству, то есть этот фактор не является ограничивающим посылку S_{2x3j} .

Посылка по устойчивости пил определяется из соотношения

$$F_{x\max} \leq 0,8F_{кр}, \quad (6)$$

где $F_{x\max}$ – максимальное значение силы отбоя, приходящееся на одну пилу. По данным исследований сил резания непосредственно на лесопильной раме Р63-4А [7] выведена зависимость

$$F_{x\max} N = 0,61S_{2x4j} h N, \quad (7)$$

где N – количество пил в поставе.

$F_{кр}$ – критическая сила по устойчивости плоской формы изгиба пилы в плоскости наибольшей жесткости [5]

$$F_{кр} = \frac{\pi^2 F_0}{l_0} \left(\frac{B}{12} + \frac{C}{F_0 B} \right), \quad (8)$$

где F_0 – натяжение полотна пилы; l_0 – свободная длина пилы; B – ширина полотна пилы без зубьев; C – крутильная жесткость пилы, $C = GBS^3/3$, G – модуль сдвига, s – толщина пилы. Совместное решение (6) и (7) дает

$$S_{2x4j} \leq 1,3 \frac{\pi^2 F_0}{hl_0} \left(\frac{B}{12} + \frac{C}{F_0 B} \right). \quad (9)$$

Анализ расчетов по приведенным зависимостям показывает, что с увеличением шага зубьев с 18 до 40 мм посылка по качеству снижается обратно пропорционально,

уменьшаясь примерно в 2,2, раза вне зависимости от высоты пропила. Посылка по работоспособности впадин зубьев увеличивается тем интенсивнее, чем меньше высота пропила. Посылка по устойчивости пил не зависит от шага зубьев и обратно пропорционально уменьшается с высотой пропила. На диаграмме (рисунок) показана зависимость расчетной посылки (4) от величины шага зубьев пилы и высоты пропила при совместных ограничениях, наложенных требованиями по шероховатости, работоспособности впадин зубьев и устойчивости пил.

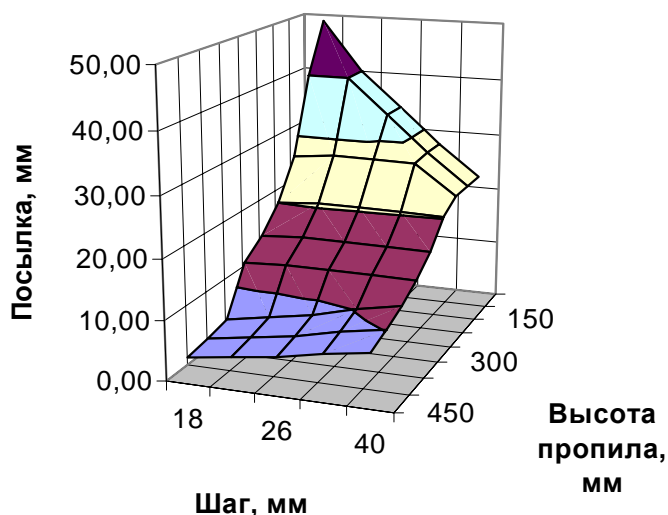


Рисунок 1 – Расчетные посылки

чениям позволяет увеличить их расчетные технические значения в среднем на 10%, а на форсированных режимах - и до 40%.

Проведенными в УГЛТУ под руководством профессора Л.А.Шабалина исследованиями [7,8] обоснована возможность, разработаны соответствующие предложения и технические решения [9,10] осуществление которых, при незначительных конструктивных доработках, позволяет повысить частоту вращения коленчатого вала без ущерба для прочности основных деталей механизма резания еще на 10% (до $n=310 \text{ мин}^{-1}$).

Таким образом, имеется реальный резерв повышения производительности лесопильной рамы в среднем на 20%. Это потребует увеличения мощности главного привода, ограниченной в настоящее время тяговой способностью ременной передачи. Ее рост возможен за счет изменения схемы привода согласно авторскому свидетельству [10]. Оно предполагает передачу вращения на коренной вал по параллельным потокам: через два выходных конца вала двигателя два шкива и два комплекта приводных ремней. Это позволит повысить передаваемую мощность до 2 раз и улучшить синхронизацию вращения маховиков коренного вала, разгрузив его от действия вращающего момента. Аналогичное решение может быть принято и для двухэтажных лесопильных рам.

Библиографический список

1. ГОСТ 27.004-85 Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения. [Текст]. Взамен ГОСТ 22954-78; введ. 1986-07-01. М.: Госстандарт России: изд-во стандартов, 2002. 18 с.

Вычисление целевой функции (3) показало, что ее минимальное значение в рассмотренном диапазоне соответствует шагу зубьев 40 мм. При этом доля массива посылок ограничиваемых по качеству увеличилась на четверть, составив 25%. Аналогично до 38 % увеличилась доля посылок, назначаемых по работоспособности впадин зубьев пил. Остальные посылки лимитированы устойчивостью пил.

Приближение всего массива посылок к предельным значениям

2. ГОСТ 27.204-83. Надежность в технике. Технологические системы. Технические требования к методам оценки надежности по параметрам производительности. [Текст]. Введ. 1985-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1984. 37 с.

3. Глебов И.Т. Справочник по резанию древесины. Учебное пособие/ И.Т.Глебов, В.Г.Новоселов, Л.Г. Швамм. [Текст]. - Екатеринбург: РИО УГЛТА, 1999. – 190 с.

4. Новоселов В.Г. Совершенствование критерия оптимальности решений по выбору технологического оборудования/ В.Г.Новоселов, А.И.Кузнецов [Текст].- Деревообрабатывающая промышленность, 2006, №4, С.5-7.

5. Технические предложения по повышению производительности лесопильной рамы Р63-4А.: Отчет о НИР (промежут.) / МВиССО РСФСР. УЛТИ; Руководитель Шабалин Л.А. – Шифр темы 26/81, № ГР 81036440. – Свердловск, 1982.

6. Пижурин А.А. Оптимизация технологических процессов деревообработки. – М.: Лесная пром-сть, 1975. -312 с.

7. Виноградов В.Ф., Шабалин Л.А., Сорокин В.И., Смирнов В.И.Силы резания в лесопильной раме Р63-4А /Экспресс-информация НИИМАШ. Деревообрабатывающее оборудование. 1980, №11.

8. Исследование напряженного состояния и нагруженности деталей лесопильной рамы Р63-4 с целью повышения ее надежности: Отчет о НИР (заключ.) / МВиССО РСФСР. УЛТИ; Руководитель Шабалин Л.А. – Шифр темы 14/76, № ГР 76028435. – Свердловск, 1980.

9. А.с.939183 СССР МКл³ В27В 3/12. Шатун лесопильной рамы/ Шабалин Л.А., Кучумов Е.Г., Новоселов В.Г., Виноградов В.Ф./СССР/. - Заявл.13.01.81; Опубл. 30.06.82, Бюл. № 2// Описание изобретения. – 2с.

10. А.с.№1391882 СССР МКл⁴ В27В 3/12. Привод лесопильной рамы/ Шабалин Л.А., Головачев А.П., Диев Л.В., Новоселов В.Г./СССР/. - Заявл.01.07.86; Опубл. 30.04.88, Бюл. № 16//Описание изобретения. – 3 с.

Полякова Т.В., Новоселов В.Г. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

**КРИТЕРИИ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ
НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ДЕРЕВООБРАБОТКИ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ
КАЧЕСТВА «ТОЧНОСТЬ»**

*THE DEFINITION MEANS OF WOODWORKING TECHNOLOGY
SYSTEMS RELIABILITY ON THE QUALITY INDEX "ACCURACY".
CRITERIA, METHODS AND MEANS*

В соответствии с ГОСТ 27.004-85 [1] технологическая система представляет собой совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей для выполнения в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов или операций. В дерево-