

МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОЖЕВОГО АППАРАТА ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЫ

Распиловку бревен с получением пиломатериалов часто осуществляют методом брусочки, когда из бревна на раме первого ряда выпиливается брус, который затем на раме второго ряда разваливается на доски. При этом, чтобы распиливаемое бревно в процессе распиловки перемещалось прямолинейно и не вращалось, выпиливаемый брус проходит через направляющий ножевой аппарат. Ножевой аппарат включает два ножа с размерами примерно $10 \times 300 \times 800$ мм. Ножи смонтированы на корпусе на направляющих с возможностью поперечного настроечного перемещения винтами. Корпус направляющего аппарата смонтирован на станине лесопильной рамы.

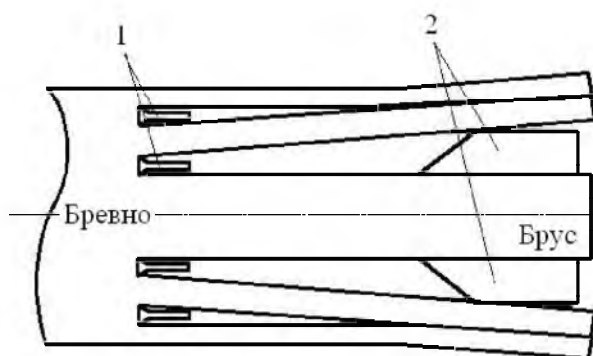


Рис. 1. Схема работы направляющего аппарата

При работе ножи 2 попадают в пропиловы, образуемые пилами 1, и выпиливаемый брус оказывается зажатым между ножами 2 (рис. 1).

Очень важно, чтобы ножи попали в пропиловы. Однако из-за внутренних напряжений в древесине бревна стенки пропилов смыкаются и часто ножи не попадают в пропиловы. Это требует вмешательства рабочего, и снижает производительность, а на пиломатериалах образуются концевые сколы. Как быть? Задача толком до сих пор не решена. Попробуем решить задачу методом разрешения технического противоречия. Воспользуемся следующим алгоритмом анализа.

1. Направляющий аппарат для базирования распиливаемого бревна на лесопильной раме включает неподвижную раму и два ножа.

2. Нежелательный эффект НЭ-1: ножи не попадают в пропиловы.

3. Простейший способ устранения недостатка НЭ-1: ножи подвинуть как можно ближе к пилам.

4. Ножи толщиной 10 мм будут входить в пропиловы шириной 4 мм. При отгибе досок (плечо равно ширине пилы) возникает большое давление досок на ножи, увеличивается сила трения ножей в пропилах, что негативно повлияет на прочность конструкции и мощность привода подачи.

Запишем сущность технических противоречий (ТП).

5. ТП–1: если ножи подвинуть ближе к пилам, то они будут попадать в пропилы, но увеличатся силы трения на ножах.

6. ТП–2: если ножи отодвинуть дальше от пил, то силы трения значительно уменьшатся, но ножи не будут попадать в пропилы.

Сейчас, когда ТП–1 и ТП–2 сформулированы, до решения задачи остался один шаг. Для каждого распиливаемого бревна надо ножи сначала подвести ближе к пилам, чтобы они вошли в пропилы, а затем отодвинуть по ходу движения бревна на допустимую величину до упора. Такое решение признано изобретением и на него выдано авторское свидетельство № 1017494, 1983 г.

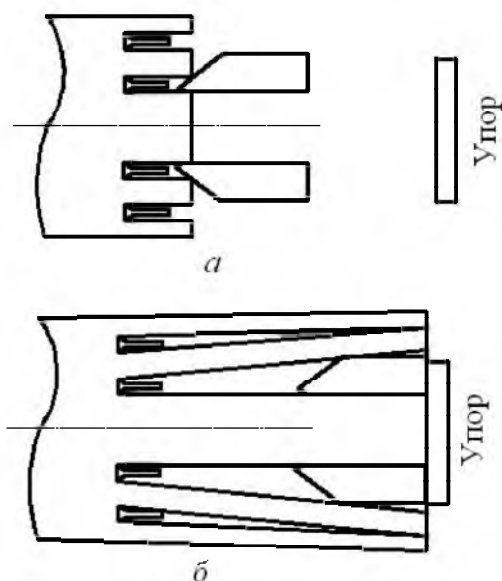


Рис. 2. Схема работы нового ножевого аппарата:
 а – момент входа ножей в пропилы;
 б – рабочее положение ножей

В момент входа ножей в пропилы на поверхности ножей действуют силы трения, величина которых возрастает по мере проникновения ножей в пропилы. Под действием сил трения ножи ножевого аппарата перемещаются по ходу движения бревна до упора и останавливаются.

Поскольку движение бревна продолжается, то каждый нож отгибает сначала первую доску на величину ширины пропила, затем горбыль. Поперечная сила, необходимая для отгиба досок и горбыля, равна сумме сил для отгиба каждой доски на величину $S - b, S - 2b, S - 3b, \dots, S - bn$, пока значение $S - bn \geq 0$, где цифра перед параметром b – порядковый номер доски (горбыля), начиная от бруса;

S – толщина ножа, см; b – ширина пропила, см.

Найдем силу, изгибающую доски, Н:

$$F_u = \frac{3E}{l^3} [I_{x1}(S - b) + I_{x2}(S - 2b) + I_{x3}(S - 3b) + \dots + I_{xn}(S - bn)],$$

где E – модуль упругости первого рода, для древесины сосны $E = 8 \cdot 10^4$ Н/см²;

l – расстояние передней кромки ножа от дна пропила, см:

I_{x1}, I_{x2}, \dots – моменты инерции досок, см⁴, $I_{x1} = bh^3 / 12$.

Сила сопротивления подаче ножевого аппарата, Н*:

$$Q_s = 2f(N + F_u),$$

* Фонкин В.Ф. Лесопильные станки и линии. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 320 с.

где f – коэффициент трения скольжения ножей по доске, $f=0,5$;

N – сила обжима бревна ножами; $N = 5000 \dots 12000$ Н для брусьев толщиной до 150 мм; $N = 15000 \dots 20000$ Н для брусьев толщиной более 150 мм.

Пример. На лесопильной раме первого ряда распиливаются бревна диаметром 24 см с поставом пил 19-19-150-19-19. Выпиливается брус толщиной 150 мм, первая необрезная доска толщиной 19 мм и средней шириной 150 мм, вторая необрезная доска толщиной 19 мм и средней шириной 120 мм и горбыль средней толщиной 19 мм и шириной 100 мм.

Толщина ножей направляющего аппарата $S=10$ мм, ширина пропила $b = 3,5$ мм, рабочее расстояние от дна пропила до ножей $l = 500$ мм.

Определить силу сопротивления подаче в ножевом направляющем аппарате.

Решение.

1. Находим моменты инерции выпиливаемых досок, см⁴:

– первой доски $I_{x1} = bh^3 / 12 = 15 \cdot 1,9^3 / 12 = 8,574$;

– второй доски $I_{x2} = bh^3 / 12 = 12 \cdot 1,9^3 / 12 = 6,859$;

– горбыля $I_{x3} = bh^3 / 12 = 10 \cdot 1,9^3 / 12 = 5,716$.

2. Найдем силу, изгибающую доски, Н:

$$F_u = \frac{3E}{l^3} [I_{x1}(S - b) + I_{x2}(S - 2b) + I_{x3}(S - 3b)] =$$
$$= \frac{3 \cdot 8 \cdot 10^4}{50^3} [8,574(10 - 3,5) + 6,859(10 - 2 \cdot 3,5) + 5,716(10 - 3 \cdot 3,5)] = 146,5.$$

Примечание: третьим слагаемым в квадратных скобках пренебрегаем, так как это значение отрицательное по знаку.

3. Сила сопротивления подаче ножевого аппарата, Н:

$$Q_s = 2f(N + F_u) = 2 \cdot 0,5(12000 + 146,5) = 12147.$$