

Экспериментальные исследования проведены на лесопильно-деревообрабатывающих комбинатах г. Архангельска путем наблюдения за работой позиционных торцовочных устройств. Они установлены в потоках ЛАПБ и обслуживаются одним рабочим, осуществляющим предварительную торцовку тонких досок шириной 75 и 100 мм, а также вырезку облопа из деловых горбылей. Торцовые срезки и неделовые горбыли используют для последующей переработки на технологическую щепу. Подача на стол полуфабрикатов и удаление со стола торцованных досок и облопа поперечное.

После статистической обработки результатов наблюдений получили следующее.

1. Число резов за одну минуту при торцовке досок и горбылей соответственно равно 28,5 и 33,0.

2. Число резов, приходящееся на один торцуемый полуфабрикат, оказалось непостоянным, так как определяющими факторами являлись не назначение продукции или вид торцовки, а размер люков у вершинных пил, предназначенных для сброса торцовых срезок. Аппроксимированная зависимость a_1 от длины люка l представлена на рисунке.

Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы.

1. При расчете производительности позиционных торцовочных устройств на базе станков ЦКБ-40 число резов, совершаемых в 1 мин, следует принимать равным 20...24, а число резов, приходящихся на один торцуемый полуфабрикат находить, используя графики, приведенные на рисунке.

2. При проектировании позиционных торцовочных устройств длина люков у вершинных пил должна быть не менее 1,0, у комлевых — не менее 0,4 м.

УДК 621.935

КОНТРОЛЬ УГЛОВ РАЗВОРОТА ШКИВОВ ЛЕНТОЧНОПИЛЬНОГО СТАНКА СПОСОБОМ БОКОВОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ

В. В. РЫЛЬЩИКОВ, В. И. ВЕСЕЛКОВ, И. В. МИЛЬЧЕНКО

Архангельский лесотехнический институт

Одним из важных факторов, влияющих на точность и качество распиловки древесины, являются углы ориентации шкивов ленточнопильного станка (ЛПС). Составляющая угла ориентации — взаимный угол разворота шкивов влияет на величину суммарного угла между плоскостью натяжения пилы и осью рельсовых путей механизма подачи заготовок. Он определяет устойчивость плоской формы изгиба ленточных пил, их поперечную жесткость и точность распиловки [1, 5].

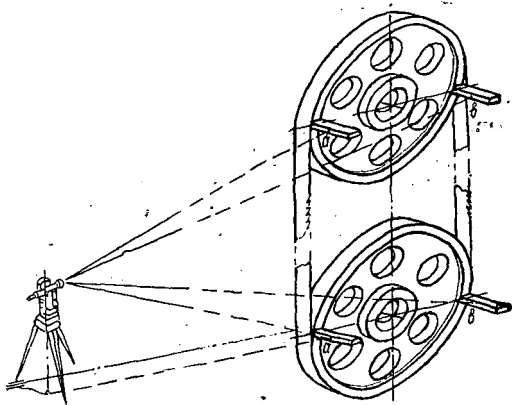
Для задания необходимых углов разворота верхние шкивы некоторых ЛПС снабжены соответствующим механизмом.

Проведенные исследования [1] указывают на необходимость регулирования угла разворота верхнего шкива в диапазоне 5...25'. Диапазон требуемых значений углов разворота, главным образом его нижний предел, накладывают ограничения на точность контроля углов. Ошибка при этом должна быть, по крайней мере, в 5 раз меньше нижней границы, т. е. составлять около 1'.

В настоящее время для измерения углов разворота при контроле монтажа и технического состояния механизма резания применяют отвесы и шуп [4].

Этот способ дает недостаточную точность. При спокойном состоянии нитяного отвеса точность построения вертикали с его помощью составляет 0,001 его длины [3], что соответствует 4' для отвеса длиной 15 м. В лесопильных цехах на положение отвеса влияют воздушные потоки, поэтому суммарная ошибка определения угла разворота возрастает до 10...20'. Другим недостатком является малая оперативность, связанная с необходимостью крепления и подгонки отвесов под торцы ободов шкивов. Более точным считается способ бокового нивелирования, применяемый при контроле ориентации элементов строительных конструкций и оборудования [3].

Схема контроля угла разворота шкивов



Способ предусматривает использование теодолита и реечки. Теодолит устанавливают на расстоянии 4...5 м от шкивов ленточнопильного станка в плоскости торца обода нижнего шкива (см. рисунок). Вертикальную ось теодолита приводят в отвесное положение по показаниям уровня при алидаде горизонтального круга. В выверенном теодолите коллимационная плоскость, описываемая визирной осью при вращении зрительной трубы вокруг горизонтальной оси, занимает вертикальное положение. Вращением алидады горизонтального круга зрительную трубу ориентируют таким образом, чтобы коллимационная плоскость заняла положение, близкое к плоскости торца обода нижнего шкива. Реечку с миллиметровыми делениями прикладывают последовательно к торцам ободов шкивов на уровне концов их горизонтальных диаметров перпендикулярно к плоскости торцов. В качестве реечки может быть использована укрепленная на деревянном бруске штриховая мера длины — металлическая линейка или отрезок плоской ленты с миллиметровой шкалой, имеющей предел допускаемой погрешности 0,10...0,15 мм. Нами при измерениях углов разворота в качестве реечки применялся штангенциркуль ПШ1. Вращением зрительной трубы вокруг горизонтальной оси визируют на реечку и берут отсчеты, соответствующие положению центра сетки нитей.

Угол разворота верхнего и нижнего шкивов относительно коллимационной плоскости находят по формуле

$$\alpha = \arctg \frac{b - a}{d}, \quad (1)$$

где b и a — отсчеты по реечке, приложенной к противоположным концам горизонтального диаметра;
 d — диаметр шкива.

Взаимный угол разворота шкивов $\Delta\alpha$ ЛПС вычисляют как разность нижнего α_n и верхнего α_v углов разворота шкивов:

$$\Delta\alpha = \alpha_n - \alpha_v. \quad (2)$$

Способ бокового нивелирования прост в исполнении. Он предусматривает использование распространенных измерительных приборов, однако существующие оценки его применимости противоречивы.

Так, в статье [2] приведен пример неприемлемости использования бокового нивелирования при определении перекоса колес мостового крана из-за невозможности достижения точности, сопоставимой с рассматриваемой в нашем случае, когда расстояние до объекта составляет 100...200 м.

По нашим расчетам и подтвердившим их экспериментальным данным установлено, что способ позволяет определить угол разворота шкива с достаточной точностью при установке теодолита в 4...5 м от шкивов и определенных конструктивных параметрах измерительных приборов.

Ниже приведен расчет оценки точности определения угла взаимного разворота шкивов по средним квадратическим ошибкам.

При равенстве средних квадратических ошибок определения углов разворота верхнего $m_{ав}$ и нижнего $m_{ан}$ шкивов ($m_{ав} = m_{ан} = m_\alpha$) получим среднюю квадратическую ошибку определения угла взаимного разворота

$$m_{\Delta\alpha}^2 = 2m_\alpha^2. \quad (3)$$

Дифференцируя уравнение (1) и переходя к средним квадратическим ошибкам, получаем формулу средней квадратической ошибки m_α . С учетом допускаемых упрощений

$$m_\alpha^2 = 2 \frac{m_{ab}^2}{d^2} \rho^2 + \frac{(b-a)^2 m_d^2}{d^4} \rho^2, \quad (4)$$

где m_{ab} — средняя квадратическая ошибка отсчета по реечке;

m_d — средняя квадратическая ошибка определения диаметра шкива;

ρ — радиан.

Для $d = 1000$ мм, приняв $m_d = 0,5$ мм и $b - a = 20$ мм, что соответствует $\alpha \approx 1^\circ$, второй член правой части составит в этом случае малую величину ($\approx 2''$), которой можно пренебречь.

С учетом этого, после подстановки (4) в (3), найдем

$$m_{\Delta\alpha} = 2 \frac{m_{ab}}{d} \rho. \quad (5)$$

При малых расстояниях от теодолита до шкива (4...5 м) и измерениях, проведенных при двух положениях вертикального круга прибора, основное влияние на m_{ab} окажут ошибка оценки доли деления реечки при отсчете m_0 , ошибка деления реечки m_d , ошибка неперпендикулярности реечки к плоскости торца обода шкива m_n и ошибка негоризонтальности m_r диаметра шкива, к концам которого приложена реечка.

Суммарная ошибка отсчета по реечке

$$m_{ab}^2 = m_0^2 + m_d^2 + m_n^2 + m_r^2. \quad (6)$$

Одна из основных ошибок способа бокового нивелирования — не вертикальность оси вращения алидады горизонтального круга теодолита, приводящая к наклону его коллимационной плоскости, не оказывает заметного влияния на ошибку определения углов разворота шкивов и

их разности. Это объясняется тем, что ошибка отсчета в разности $b - a$ практически исключается. Остаточное влияние систематической ошибки, вызываемой отличием углов наклона направлений на реечку, установленную на концах горизонтального диаметра, при высоте шкива 2,5... 3,0 м составит около 0,01 мм и им можно пренебречь.

Полагая, что входящие в (6) составляющие оказывают одинаковое влияние на ошибку отсчета по реечке m_{ab} , т. е.

$$m_o = m_d = m_n = m_r = m,$$

найдем

$$m_{\Delta a} = \frac{4m}{d} \rho. \quad (7)$$

Решив (7) относительно ошибки m и приняв в соответствии с требованиями точности определения угла взаимного разворота шкивов $m_{\Delta a} = 1'$, для шкива с диаметром $d = 1000$ мм вычислим $m = 0,07$ мм.

Рассмотрим величину и характер влияния на результаты измерений каждой из составляющих ошибок.

Ошибка оценки доли деления реечки можно подсчитать по известной эмпирической формуле [3]

$$m_o = 0,03t + 0,20 \frac{S}{v}, \quad (8)$$

где t — цена деления реечки;

S — расстояние от теодолита до реечки;

v — кратность увеличения зрительной трубы теодолита.

При $t = 1$ мм, $S = 5$ м, а $v = 25^{\times}$ имеем $m_o = 0,07$ мм, что не превышает значения допустимой средней квадратической ошибки 0,07 мм.

Если принять предел допускаемой погрешности шкалы за случайную составляющую — предельную ошибку делений шкалы реечки, то средняя квадратическая ошибка делений m_d составит 0,03... 0,05 мм при ($m_d = (1/3) \Delta$).

В действительности ошибку делений шкалы можно уменьшить, учитывая возможность выявления случайной и систематической составляющих поверкой и тарировкой шкалы реечки с помощью контрольно-измерительных приборов.

Влияние на результаты измерений неперпендикулярности реечки к плоскости торца обода шкива целесообразно рассматривать в проекции угла неперпендикулярности на вертикальную и горизонтальную плоскости. Это условие объясняется тем, что учет составляющих определяет требования, предъявляемые к конструкции измерительной реечки. Если принять во внимание допустимую величину совместного влияния составляющих и требование равенства их воздействия на результаты измерений, средняя квадратическая ошибка, вносимая в результаты измерений каждой из составляющих, не должна превышать 0,05 мм.

Ошибка в отсчете из-за неперпендикулярности реечки к плоскости торца обода шкива в проекции на вертикальную плоскость можно рассчитать по известной формуле

$$m'_n = \frac{av^2}{2\rho^2}, \quad (9)$$

где a — отсчет по реечке;

v — угол неперпендикулярности реечки к плоскости торца обода шкива в вертикальной плоскости.

Приняв максимальное значение отсчета $a = 120$ мм, для угла $v = 1^\circ$ получим $m'_n = 0,02$ мм.

Для обеспечения установки реечки в вертикальной плоскости с ошибкой, не превышающей 1° , ее основание имеет подготовленную опорную плоскость, контактирующую с торцом обода шкива.

Влияние на результаты измерений неперпендикулярности реечки к горизонтальному диаметру шкива оценим по формуле, найденной из простых геометрических соотношений:

$$a' = a (\cos \gamma - \sin \gamma \operatorname{tg} \alpha), \quad (10)$$

где a' — отсчет по реечке, установленной перпендикулярно к плоскости торца обода шкива;

γ — угол неперпендикулярности реечки к плоскости шкива.

Учитывая малые значения α и γ , примем $\cos \gamma = 1$, а $\sin \gamma \operatorname{tg} \alpha$ заменим первыми членами разложения в степенной ряд. Ошибку измерений, соответствующую разности $a - a' = m''_n$, найдем по формуле

$$m''_n = a \frac{\gamma \alpha}{\rho^2}. \quad (11)$$

Приняв $a = 120$ мм, $\alpha = 2^\circ$ и $\gamma = 0,5^\circ$, получим $m''_n = 0,04$ мм.

Для обеспечения угла неперпендикулярности менее $0,5^\circ$ было предусмотрено базирование реечки относительно внутренней поверхности обода шкива при помощи устройства, скрепляемого с линейкой глубиномера штангенциркуля.

Для верхнего шкива, который может иметь небольшой угол наклона к вертикальной плоскости, ошибку отсчета по реечке m''_r из-за негоризонтальности радиуса шкива можно вычислить по формуле

$$m''_r = R \sin \varphi \operatorname{tg} \beta + (R - R \cos \varphi) \operatorname{tg} \alpha, \quad (12)$$

где φ — угол наклона радиуса R шкива, к концу, которого приложена при измерениях реечка;

β — угол наклона верхнего шкива к вертикальной плоскости.

Не принимая во внимание влияние на ошибку m''_r второго члена правой части, решим уравнение (12) относительно угла φ :

$$\varphi = \frac{m''_r \rho^2}{R \alpha}. \quad (13)$$

Для $m''_r = 0,07$ мм, $R = 500$ мм и $\beta = 15'$ допустимый угол наклона φ составит примерно $110'$.

При $\varphi = 110'$, $\alpha = 2^\circ$ и $R = 500$ мм второй член правой части (12) равен пренебрежимо малой величине (0,009 мм).

Таким образом, перед измерениями угла разворота верхнего шкива предварительно на торце обода шкива следует разметить концы горизонтального диаметра, к которым будет прикладываться реечка.

Для нижнего шкива, монтируемого отвесно, допустимый угол наклона радиуса R , к концу которого прикладывается реечка, рассчитаем по формуле, найденной из (12) после допустимых упрощений:

$$\varphi = \sqrt{\frac{2m''_r \rho^3}{R \alpha}}, \quad (14)$$

где m''_r — ошибка отсчета по реечке из-за негоризонтальности радиуса, к концу которого она приложена.

При $m''_r = 0,07$ мм, $\alpha = 2^\circ$ и $R = 500$ мм допустимый угол наклона φ , при котором ошибка не превышает заданного предела, составит примерно 5° . Так этот угол наклона радиуса легко может быть определен визуально, предварительной разметки горизонтального диаметра нижнего шкива не требуется.

Приведенный априорный расчет точности измерений показывает, что суммарная средняя квадратическая ошибка определения угла взаимного разворота шкивов при рассматриваемых выше условиях $m_{\Delta\alpha} = 1'$.

Учитывая, что измерения рекомендуется выполнять при двух положениях вертикального круга теодолита и двух его установках с вычислением среднего значения, определяем среднюю квадратическую ошибку измерения угла разворота:

$$m'_{\Delta\alpha} = \frac{m_{\Delta\alpha}}{\sqrt{4}} = 0,5'. \quad (15)$$

Переходя к предельным ошибкам Δ и принимая их в интервале $2m \dots 3m$, получаем $\Delta = 1,0 \dots 1,5'$.

Следовательно, метод бокового нивелирования при указанных выше условиях измерений и особенностях конструкции реечки позволяет измерять угол взаимного разворота шкивов с предельной ошибкой $1,0 \dots 1,5'$.

Для проверки предлагаемой методики в марте 1989 г. были выполнены измерения угла взаимного разворота шкивов ленточнопильного станка марки «Standart» (ГДР), установленного в АЛТИ, с помощью теодолита марки 2Т2.

Было проведено 6 приемов измерений с перестановкой теодолита между приемами. Среднее значение угла взаимного разворота $\Delta\alpha = 0^\circ 13' 46''$. Средняя квадратическая ошибка его измерения, найденная по отклонениям результатов от среднего арифметического, $m_{\Delta\alpha} = 25''$.

Полученные результаты подтвердили данные априорного расчета точности определения угла взаимного разворота шкивов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Веселков В. И., Веселкова Б. А., Селезнев А. Ф. Влияние разворота верхнего пильного шкива ленточнопильного станка на работоспособность пил // Лесн. журн.— 1988.— № 4.— С. 61—67.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Литвин Г. М. Способ определения перекосов колес мостовых кранов // Инженерная геодезия.— 1990.— Вып. 33.— С. 58. [3]. Лукьянов В. Ф. Расчеты точности инженерно-геодезических работ.— М.: Недра, 1990.— 252 с. [4]. Справочник по монтажу, эксплуатации и ремонту оборудования лесопильных и деревообрабатывающих предприятий.— М.: Гослесбумиздат, 1961.— С. 101—105; 138—142. [5]. Феоктистов А. Е. Ленточнопильные станки.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 151 с.

УДК 624.011.04.004.67

ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ И ИНЖЕНЕРНОЙ РЕСТАВРАЦИИ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ПАМЯТНИКАХ АРХИТЕКТУРЫ

Е. Н. СЕРОВ, Б. В. ЛАБУДИН, Л. Г. ШАПОВАЛОВА

С.-Петербургский архитектурно-строительный университет

Архангельский лесотехнический институт

ЦНИИМОД

В С.-Петербурге и его пригородах под государственной охраной находятся почти 900 памятников архитектуры. Несущие конструкции перекрытий и покрытий этих сооружений выполнялись, как правило, деревянными. Это относится не только к шпилью Адмиралтейства, который является символом и силуэтом города, но и к Стасовскому куполу Троицкого собора, Мариинскому театру, Дому культуры им. Горького, домику Петра, дворцу Кочубея, Русскому музею, С.-Петербургскому географическому училищу им. А. Я. Вагановой и др.