

[11], Höglund H., Sohlin U., Tislad G. Physical properties of wood in relation to chip refining// Tappi.— 1976.— Vol. 59.— N 6.— P. 144—147. [12], Koran Z. Wood failure under torsional loading as a function of temperature// Wood and Fiber.— 1984.— Vol. 16.— N 1.— P. 12—19.

Поступила 23 сентября 1986 г.

УДК 674.053 : 621.935

О РАЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБАХ И ПЕРИОДИЧНОСТИ ЗАМЕНЫ ПИЛ МНОГОПИЛЬНОГО ЛЕНТОЧНОПИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В. М. МАКСИМИВ, Д. Л. ДУДЮК

Львовский лесотехнический институт

Продолжительность работы ленточных пил зависит от качества их изготовления и подготовки, от породы распиливаемой древесины, наличия в древесине инородных включений (осколки, гвозди, проволока) и ряда других факторов и соответственно носит случайный характер. Наблюдения [3] показали, что длительность работы пил находится в пределах 30...240 мин.

Для определения параметров и законов распределения продолжительности эксплуатации ленточных пил проведены исследования на ленточнопильной линии ЛБЛ-1, работающей на Киевском деревообрабатывающем комбинате.

В результате обработки данных исследования установлено, что наиболее достоверно продолжительность работы ленточных пил можно описать нормальным и эрланговским законами распределения. Ввиду универсальности за основу принят эрланговский закон распределения [1]. Установлено [3], что при распиловке березы средняя продолжительность работы $T = 150 \dots 160$ мин, параметр Эрланга $K = 4 \dots 6$. Вероятно, при распиловке древесины иных пород параметр K будет менять свое значение в ту или иную сторону; параметр K может увеличиваться за счет удаления из бревен инородных включений. Поэтому при исследовании принят расширенный диапазон варьирования параметра Эрланга, т. е. $K = 1 \dots 9$.

В результате исследований процесса функционирования ленточнопильного оборудования на Новоятском лыжном комбинате, Киевском деревообрабатывающем комбинате, Гузерипльском леспромпозе, объединении Туралес и других установлено, что время на замену одной пилы составляет от 5 до 15 мин и может быть уменьшено за счет более высокой организации взаимодействия инструментальных служб и операторов, обслуживающих оборудование; поэтому уровни варьирования данного фактора приняты равными от 2 до 18 мин. Значения коэффициентов принудительной и групповой замен заимствованы в машиностроении [2].

Для изучения зависимости потерь рабочего времени от вышеперечисленных факторов принимаем метод имитационного моделирования на ЭЦВМ. Имитационная модель воспроизводит все явления изучаемого процесса с сохранением логической структуры данного способа замены, последовательности протекания во времени, характера и состава информации о состоянии процесса.

В настоящей работе приведены результаты исследования потерь рабочего времени при следующих основных способах замены: по отказам, параллельном, смешанном, параллельном и «жестком» профилактическом [2].

При замене пил по отказам каждую заменяют по мере выхода из строя через случайный период времени безотказной работы C_j . В случае параллельной замены все пилы меняют одновременно по мере отказа одной из них. Преимущество данного способа заключается в том, что в этом случае длительность на замену одной пилы уменьшается по сравнению с индивидуальной.

Смешанный способ характеризуется тем, что каждую i -тую пилу заменяют принудительно через промежуток времени T_0 . Пилу, вышедшую из строя раньше времени

T_0 , меняют по отказу. Преимущество этого способа в том, что при принудительной замене пилы время на эту операцию, как правило, уменьшается.

Параллельная профилактическая замена заключается в том, что по истечении времени T_0 меняют все пилы, но и при случайном отказе одной пилы меняют все остальные.

Жесткую профилактику применяют при обслуживании группы пил, имеющих одинаковое среднее значение стойкости и один закон распределения. Жесткая профилактика характеризуется одновременной заменой пил по мере достижения периода T_0 , независимо от времени установки каждой из них. Этот способ замены обладает преимуществами групповой замены пил.

Для получения корреляционной связи между входными факторами и коэффициентом потерь рабочего времени по пиле R_{II} используем центральный композиционный униформ-ротатабельный план имитационного (кибернетического) эксперимента, выполняемого с помощью ЭВМ ЕС-1022.

Входные факторы, их интервалы и уровни варьирования для замены по отказам и параллельной замены приведены в табл. 1.

Таблица 1

| Фактор | Обозначение | | Уровень варьирования фактора | | | | |
|---|-------------|-----------------|------------------------------|------|-----|-----|----------|
| | натуральное | нормализованное | $-\alpha$ | -1 | 0 | 1 | α |
| Число пил, шт. | N | X_1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Среднее значение продолжительности работы пилы, мин | T | X_2 | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 |
| Коэффициент Эрланга | K | X_3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| Время на замену пилы, мин | τ | X_4 | 2 | 6 | 10 | 14 | 18 |

В табл. 2 представлены входные факторы и уровни их варьирования при смешанном способе замены (числитель дроби) и параллельной профилактической замене (знаменатель дроби).

Таблица 2

| Фактор | Обозначение | | Уровень варьирования фактора | | | | |
|---|-------------|-----------------|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| | натуральное | нормализованное | $-\alpha$ | -1 | 0 | 1 | α |
| Число пил, шт. | N | X_1 | $\frac{2}{2}$ | $\frac{3}{3}$ | $\frac{4}{4}$ | $\frac{5}{5}$ | $\frac{6}{6}$ |
| Среднее значение продолжительности работы пилы, мин | T | X_2 | $\frac{60}{120}$ | $\frac{140}{160}$ | $\frac{180}{180}$ | $\frac{220}{200}$ | $\frac{300}{240}$ |
| Коэффициент Эрланга | K | X_3 | $\frac{1}{1}$ | $\frac{3}{3}$ | $\frac{5}{4}$ | $\frac{7}{5}$ | $\frac{9}{7}$ |
| Время на замену пилы по отказу, мин | τ | X_4 | $\frac{2}{3}$ | $\frac{7}{5}$ | $\frac{10}{6}$ | $\frac{13}{7}$ | $\frac{18}{9}$ |
| Коэффициент межпрофилактического периода | α | X_5 | $\frac{0,4}{0,5}$ | $\frac{0,9}{0,9}$ | $\frac{1,2}{1,1}$ | $\frac{1,5}{1,3}$ | $\frac{2,0}{1,7}$ |
| Коэффициент относительного ускорения | β | X_6 | $\frac{0,20}{0,50}$ | $\frac{0,45}{0,65}$ | $\frac{0,60}{0,75}$ | $\frac{0,75}{0,85}$ | $\frac{1,0}{1,0}$ |

Коэффициент α характеризует отношение интервала времени T_0 к среднему значению времени работы пилы T

$$\alpha = T_0/T.$$

Коэффициент β показывает отношение времени на принудительную замену ко времени на замену пилы по отказу

$$\beta = \tau_n / \tau,$$

где τ_n — время на принудительную замену пилы.

Очевидно, что если $\alpha \rightarrow \infty$, а $\beta = 1$, то смешанный способ замены адекватен способу замены по отказам.

Для жесткой профилактики коэффициент β характеризует отношение времени на замену одной пилы при групповой замене ко времени на замену по отказу и принимает соответственно следующие значения: 0,2 ($-\alpha$); 0,45 (-1); 0,60 (0); 0,75 ($+1$); 1,0 (α). Все остальные факторы аналогичны факторам при смешанном способе замены (табл. 2).

После проверки значимости коэффициентов и адекватности моделей получены следующие выражения, определяющие удельные потери рабочего времени по пиле:

для замены по отказам

$$R_n = 0,1809 + 0,0368X_1 - 0,0521X_2 + 0,0614X_4 - 0,0066X_1X_2 + \\ + 0,0095X_1X_4 - 0,0132X_2X_4 - 0,0023X_1^2 + 0,0169X_2^2 - 0,0051X_4^2; \quad (1)$$

для параллельной замены пил

$$R_n = 0,1856 + 0,0506X_1 - 0,0579X_2 - 0,0296X_3 + 0,0593X_4 - 0,0091X_1X_2 - \\ - 0,008X_1X_3 + 0,0066X_1X_4 + 0,0046X_2X_3 - 0,0105X_2X_4 - \\ - 0,0063X_3X_4 - 0,0078X_1^2 + 0,0127X_2^2 + 0,0106X_3^2 - 0,0121X_4^2; \quad (2)$$

для смешанного способа замены

$$R_n = 0,178 + 0,0367X_1 - 0,0339X_2 - 0,0058X_3 + 0,0451X_4 - \\ - 0,0038X_5 + 0,0087X_6 - 0,051X_1X_2 - 0,0012X_1X_3 + 0,0077X_1X_4 + \\ + 0,0017X_1X_6 - 0,0062X_2X_4 - 0,011X_2X_6 - 0,001X_3X_4 + \\ + 0,0034X_3X_5 + 0,0017X_4X_6 - 0,0062X_5X_6 - 0,0029X_1^2 + 0,009X_2^2 + \\ + 0,002X_3^2 - 0,0028X_4^2 + 0,003X_5^2 - 0,0006X_6^2; \quad (3)$$

для параллельной профилактической замены

$$R_n = 0,1957 + 0,053X_1 - 0,0186X_2 - 0,0164X_3 + 0,027X_4 + \\ + 0,0013X_6 - 0,0044X_1X_2 - 0,0047X_1X_3 + 0,0062X_1X_4 - 0,0015X_2X_3 - \\ - 0,002X_2X_4 - 0,0019X_3X_4 - 0,0023X_1^2 + 0,0018X_2^2 + 0,0063X_3^2 - \\ - 0,0016X_4^2 + 0,0008X_5^2 - 0,0011X_6^2; \quad (4)$$

для жесткой профилактики

$$R_n = 0,2047 + 0,0388X_1 - 0,0392X_2 - 0,007X_3 + 0,0527X_4 - \\ - 0,0022X_5 + 0,0223X_6 - 0,0052X_1X_2 + 0,0077X_1X_4 + 0,003X_1X_6 - \\ - 0,0057X_2X_4 - 0,0026X_2X_6 + 0,0027X_3X_5 + 0,004X_4X_5 + \\ + 0,0085X_4X_6 - 0,0019X_1^2 + 0,0102X_2^2 + 0,0024X_3^2 - \\ - 0,0044X_4^2 + 0,0031X_5^2. \quad (5)$$

Полученные аналитические выражения (1)—(5) позволяют рассчитывать удельные потери рабочего времени по пиле при проектировании лесопильных потоков на базе многопильного ленточнопильного оборудования, а также производить выбор рациональных способов замены в процессе эксплуатации оборудования.

Анализ уравнения (1) подтверждает сделанный ранее вывод [2] о независимости удельных потерь рабочего времени по пиле от закона распределения продолжительности работы пилы при замене последних по отказам.

Наибольшее влияние на коэффициент удельных потерь оказывают среднее значение работы пил и время на замену пил.

Из уравнений (3)—(5) находим выражения для определения оптимальных значений коэффициентов межпрофилактической замены X_5 : для смешанного способа

$$X_5 = 0,63 - 0,57X_3 + 0,93X_6; \quad (6)$$

для параллельно профилактического

$$X_5 = 1 - 0,0005X_6; \quad (7)$$

для жесткой профилактики

$$X_5 = 0,36 - 0,435X_3 - 0,645X_6. \quad (8)$$

Из уравнений (6)—(8) можно сделать вывод, что оптимальное значение межпрофилактического периода зависит от коэффициента относительного ускорения β и коэффициента Эрланга.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Батин И. В., Дудюк Д. Л. Основы теории и расчета автоматических линий лесопромышленных предприятий.— М.: Лесн. пром-сть, 1975.— 175 с. [2]. Дашенко А. И., Белоусов А. П. Проектирование автоматических линий.— М.: Высш. школа, 1983.— 327 с. [3]. Максимив В. М. Имитационное моделирование процесса обслуживания инструментов многопильного ленточнопильного оборудования // Роль молодых ученых и специалистов в повышении эффективности использования древесины и ее отходов в народном хозяйстве: Материалы Всесоюз. науч.-техн. конф.— М.— 1986.— С. 75—76. [4]. Феоктистов А. Е. Ленточнопильные станки.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 152 с.

Поступила 23 июня 1986 г.

УДК 674.093.26-419.3

КОНТРОЛЬ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СКЛЕИВАНИЯ ШПОНА НА ОСНОВЕ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ОТВЕРЖДЕНИЯ КЛЕЯ

А. Г. ГОРОХОВСКИЙ, Ю. Б. ЛЕВИНСКИЙ

Уральский лесотехнический институт

Один из путей достижения высокого качества склеивания шпона при минимальных затратах времени — управление процессом формирования клеевого соединения на основе непрерывного контроля степени отверждения клея. В ряде работ [1, 3, 4] описано устройство, которое позволяет осуществить такой контроль. Работа его основана на методе физического моделирования протекающего процесса. Моделью служит металлическая пластина с нанесенным на ее поверхность клеевым слоем и нагреваемая по тому же закону, что и клеевой слой в склеиваемом пакете. Характеристика процесса отверждения клея — изменение твердости клеевого слоя, находящегося на металлической пластине. Установлено, что твердость клеевой пленки весьма тесно коррелирует со степенью отверждения [3].

При исследовании различного рода физических моделей, как правило, пользуются теорией подобия. Однако, учитывая, что степень от-