

радиус кривизны башмака по формуле (10), которая учитывает жесткость каната и поперечную нагрузку.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Белая Н. М., Прохоренко А. Г. Канатные лесотранспортные установки.— М.: Лесн. пром-сть, 1964.— 298 с. [2]. Белая Н. М., Прохоренко А. Г., Матишин Н. В. Исследование выносливости несущих канатов с учетом влияния башмака промежуточных опор // Лесн., бум. и деревообраб. пром-сть.— Киев: Будивельник.— 1975.— Вып. 5.— С. 77—81. [3]. Глушко М. Ф., Хоанг Ван Хоанг. К изгибу несущих канатов // Детали машин и ПТМ.— Киев: Техника, 1968.— Вып. 6.— С. 181—186. [4]. Матишин Н. В. Исследование напряжений от изгиба в несущих канатах подвесных лесотранспортных установок в зоне башмаков промежуточных опор // Лесн. журн.— 1982.— № 5.— С. 54—57.— (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Методические указания. Установки канатные подвесные для лесозаготовок. Проектирование. МУ 03.13.01—78.— Химки: Минлеспром СССР, Кавказ. филиал ЦНИИМЭ, 1979.— 39 с. [6]. Сленко И. И., Береговой И. Н. Исследование напряжений изгиба в несущих канатах под действием многокатковой каретки // Лесн. журн.— 1977.— № 1.— С. 56—61.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 1 июля 1985 г.

УДК 630*848

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕСОСКЛАДСКИХ СИСТЕМ СО СПЕЦИАЛИЗАЦИЕЙ ПОТОКОВ ПО ВИДАМ ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОГО СЫРЬЯ

А. С. ФЕДОРЕНЧИК, И. В. ТУРЛАЙ

Белорусский технологический институт

Интенсификация процесса первичной обработки древесины при упрощении технологии и усилении однородности производства предъявляет повышенные требования к решению вопросов экономики труда, специализации не только предприятий, но и отдельных лесных складов, потоков раскряжевки хлыстов по размерным и качественным параметрам сырья и лесоматериалов.

В этой связи рассмотренная ниже модель позволяет оценивать и совершенствовать такие технологические системы, как потоки нижних складов на базе двух и более раскряжевочных установок, цехов переработки, имеющих два и более потока обработки, и других, где возможна организация работы при специализации потоков по видам перерабатываемого сырья.

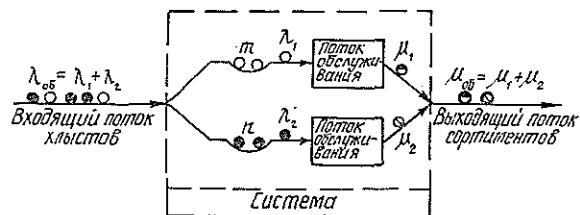


Рис. 1. Формализованная схема функционирования системы

Анализ функционирования таких систем в условиях реального производства показывает, что наиболее общей и достоверной моделью в данном случае является система массового обслуживания с ограниченной длиной очереди (рис. 1). Пусть входящий поток предметов труда на обработку в данную систему с интенсивностью $\lambda_{об}$ образуют, например, хлысты двух видов хвойных и лиственных пород.

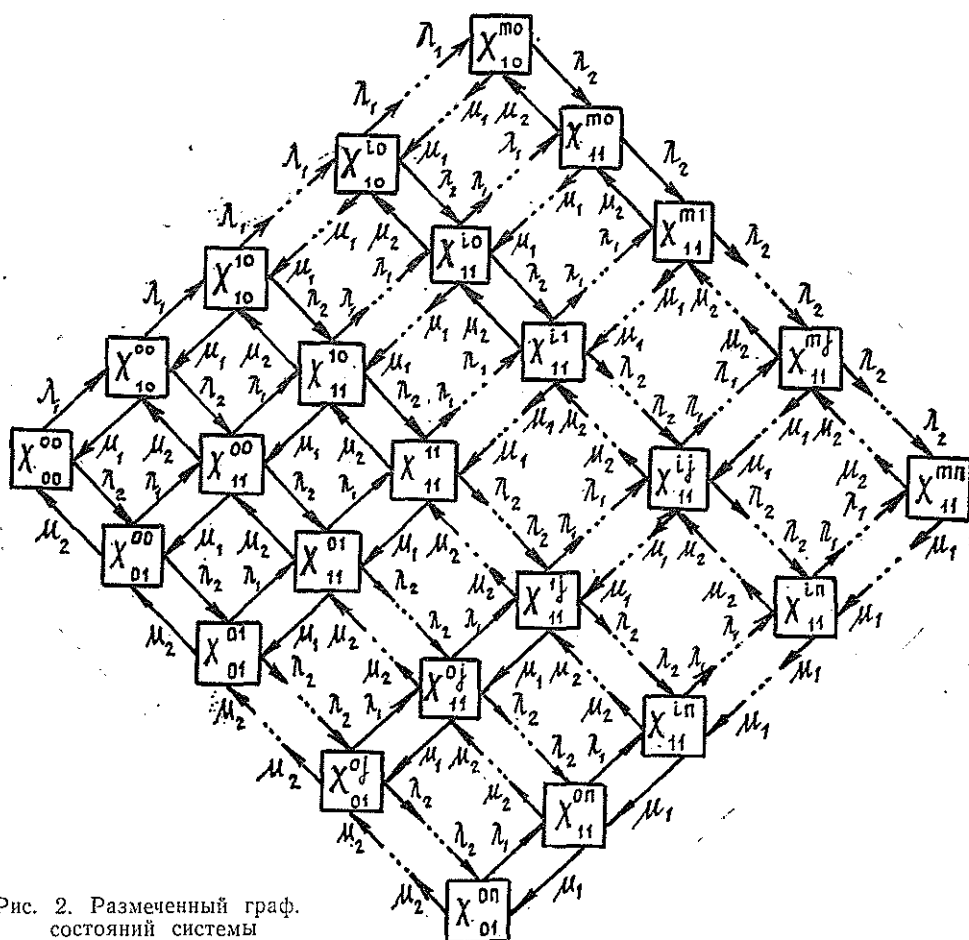


Рис. 2. Размеченный граф состояний системы

Хлысты хвойных пород с интенсивностью λ_1 , м³/мин поступают на обработку только на один поток, а лиственных — с интенсивностью λ_2 — только на второй. Интенсивность обработки хлыстов хвойных пород определяется параметром μ_1 , а лиственных μ_2 . Положим, что объем запаса хлыстов первого вида определяется величиной m , второго вида (хлысты лиственных пород) — n .

Граф возможных состояний рассматриваемой системы представлен на рис. 2. Состояния системы будем связывать с числом хлыстов, находящихся в данный момент t в системе обработки: X_{00}^{00} — нет никаких хлыстов, система простаивает; X_{10}^{10} — в системе имеется $i+1$ хлыстов первого вида и нет хлыстов второго вида, из этих $i+1$ хлыстов один обрабатывается и i находится в запасе ($i=0, m$); X_{01}^{01} — в системе имеется $j+1$ хлыстов второго вида и нет хлыстов первого вида, из этих $j+1$ хлыстов один обрабатывается и j находится в запасе ($j=0, n$); X_{11}^{ij} — в системе имеется $i+1$ хлыстов первого и $j+1$ хлыстов второго видов, причем по одному хлысту каждого обрабатывается и i хлыстов первого, j — хлыстов второго видов находятся в запасе.

В соответствии с графом состояний можно записать систему из $(i+2) \times (j+2)$ дифференциальных уравнений для вероятностей состояний системы:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dP_{00}^{00}(t)}{dt} = -(\lambda_1 + \lambda_2) P_{00}^{00}(t) + \mu_1 P_{10}^{00}(t) + \mu_2 P_{01}^{00}(t); \\ \dots \\ \frac{dP_{10}^{i0}(t)}{dt} = -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1) P_{10}^{i0}(t) + \lambda_1 P_{10}^{i-1,0} + \mu_1 P_{10}^{i+1,0}(t) + \\ \quad + \mu_2 P_{11}^{i0}(t); \\ \frac{dP_{01}^{0j}(t)}{dt} = -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_2) P_{01}^{0j}(t) + \lambda_2 P_{01}^{0, j-1}(t) + \\ \quad + \mu_2 P_{01}^{0, j+1}(t) + \mu_1 P_{11}^{0j}(t); \\ \dots \\ \frac{dP_{11}^{ij}(t)}{dt} = -(\lambda_1 + \mu_1 + \lambda_2 + \mu_2) P_{11}^{ij}(t) + \lambda_2 P_{11}^{i, j+1}(t) + \\ \quad + \mu_2 P_{11}^{i, j+1} + \lambda_1 P_{11}^{i-1, j}(t) + \mu_1 P_{11}^{i+1, j}(t), \end{array} \right.$$

где $P_{00}^{00}(t)$, $P_{10}^{i0}(t)$, $P_{01}^{0j}(t)$, $P_{11}^{ij}(t)$ — вероятности соответствующих состояний системы обработки хлыстов.

Данную систему дифференциальных уравнений интегрируют при начальных условиях:

$$t=0, \quad P_{00}^{00}(0) = 1;$$

$$P_{10}^{i0}(0) = P_{01}^{0j}(0) = P_{11}^{ij}(0) = 0.$$

Решение системы уравнений для любого момента t удовлетворяет условию

$$P_{00}^{00}(t) + \sum_{i=0}^m P_{10}^{i0}(t) + \sum_{j=0}^n P_{01}^{0j}(t) + \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n P_{11}^{ij}(t) = 1. \quad (2)$$

Стационарные вероятности [2] состояний технологической системы удовлетворяют системе уравнений (1) с левой частью, равной нулю. Решая ее при нормировочном условии (2) относительно вероятностей состояний технологической системы, определим величины, знать которые достаточно для вывода зависимостей, устанавливающих режим работы систем. Так, коэффициенты загрузки по времени потоков, обрабатывающих хлысты первого, второго видов, соответственно составят:

$$\rho_3^1 = \sum_{i=0}^m P_{10}^{i0} + \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n P_{11}^{i,j};$$

$$\rho_3^2 = \sum_{j=0}^n P_{01}^{0j} + \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n P_{11}^{i,j}.$$

Производительность системы за время T по хлыстам первого, второго вида и в целом, соответственно, будет равна:

$$\Pi_1^c = \lambda_1 \rho_3^1 T \varphi_{11}, \quad \text{м}^3/\text{ч}; \quad (3)$$

$$\Pi_2^c = \lambda_2 \rho_3^2 T \varphi_{11}, \quad \text{м}^3/\text{ч}; \quad (4)$$

$$\Pi_c^c = \Pi_1^c + \Pi_2^c = \varphi_{11} (\lambda_1 \rho_3^1 + \lambda_2 \rho_3^2) T, \quad (5)$$

где φ_n — коэффициент, учитывающий простои системы по организационным и техническим причинам.

Общее число мест для создания запаса хлыстов первого и второго видов в системе составит $m_{06} = m + n$.

Если принять величины m и n равными нулю, то выражения (3), (4), (5) примут вид:

$$\Pi_1^c = \varphi_n \lambda_1 (P_{10}^{00} + P_{11}^{00}) T = \frac{\lambda_1 \rho_1 (1 + \rho_2) T \varphi_n}{1 + \rho_1 + \rho_2 + \rho_1 \rho_2}; \quad (6)$$

$$\Pi_2^c = \varphi_n \lambda_2 (P_{01}^{00} + P_{11}^{00}) T = \frac{\lambda_2 \rho_2 (1 + \rho_1) T \varphi_n}{1 + \rho_1 + \rho_2 + \rho_1 \rho_2}; \quad (7)$$

$$\Pi_c^c = \frac{[\lambda_1 \rho_1 (1 + \rho_2) + \lambda_2 \rho_2 (1 + \rho_1)] T \varphi_n}{1 + \rho_1 + \rho_2 + \rho_1 \rho_2}, \quad (8)$$

где ρ_1, ρ_2 — среднее число хлыстов соответственно первого и второго вида, поступающих в систему за среднее время обработки одного такого хлыста,

$$\rho_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_1}; \quad \rho_1 < 1;$$

$$\rho_2 = \frac{\lambda_2}{\mu_2}; \quad \rho_2 < 1.$$

При отсутствии специализации потоков технологической системы по видам перерабатываемого сырья $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$; $\mu_1 = \mu_2 = \mu$; $\mu_{06} = 2\mu$; $\lambda_{06} = 2\lambda$; $\rho_1 = \rho_2 = \rho$.

Тогда за время T производительность первого и второго потоков одинаковы

$$\Pi_1' = \Pi_2' = \frac{\lambda \rho T \varphi_n}{1 + \rho}. \quad (9)$$

Производительность системы в этом случае

$$\Pi = 2\Pi_1' = 2\Pi_2' = \frac{2\lambda\rho}{1 + \rho} T \varphi_n. \quad (10)$$

Вывод аналитических зависимостей при $m = n = 3$ затруднен, так как в этом случае приходится решать систему из 25 уравнений. В данной ситуации целесообразно использовать известные численные методы решения алгебраических уравнений.

Анализ формул на чувствительность относительно изменения входящих в них параметров $\lambda_1, \lambda_2, T, \varphi_n, \mu_1, \mu_2$ позволяет установить рациональные режимы работы технологической системы.

Специализация потоков по видам перерабатываемого сырья предполагает увеличение пропускной способности технологической системы. Используя полученные формулы, определим области целесообразной эксплуатации системы на примере потоков по раскряжке хлыстов. Исходные данные для расчетов приняты из [1]. Так как они получены на основе фотохронометражных наблюдений за работой неспециализированных раскряжевых потоков, с их помощью определяли минимальный прирост производительности специализированной системы. При исследовании поведения данной системы в экстремальных условиях (наихудших) было принято, что запас хлыстов перед раскряжевыми установками отсутствует.

Соотношения пород хлыстов в общем потоке: хвойных — от 45 до 65 %, лиственных — от 55 до 35 %. Средний объем хлыста 0,3... 0,45 м³, загрузка системы $\rho = 0,9$. Интенсивность обработки хлыстов

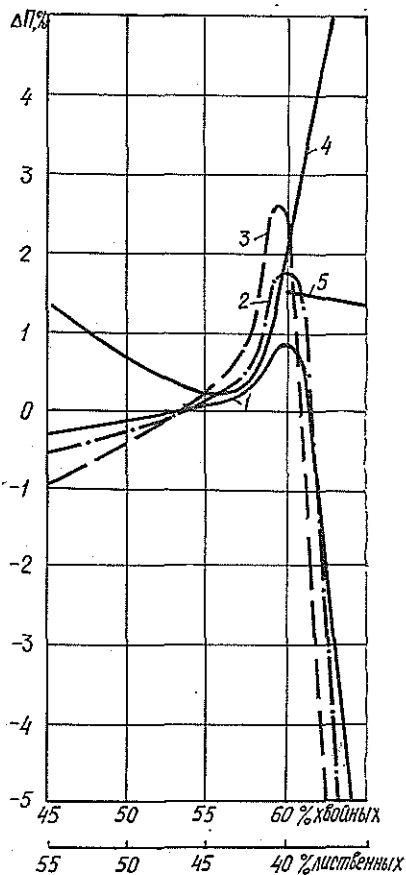


Рис. 3. График изменения $\Delta П$ при специализации потоков систем: 1 — из двух потоков (1 лиственный и 1 хвойный); 2 — из четырех потоков (2 л. и 2 хв.); 3 — из шести потоков (3 л. и 3 хв.); 4 — из двух потоков (1 л. и 1 хв.) с дозагрузкой их сырьем из запаса; 5 — то же, с внутренней дозагрузкой

хвойных пород — 0,6; лиственных — 0,508; смешанных — от 0,54 до 0,565 м³/мин. Прирост производительности системы из двух потоков устанавливали как разность производительностей, которые вычисляли по формулам (6) и (10) для различного соотношения пород.

Результаты исследований представлены на рис. 3.

Кривая 1 показывает, что с ростом доли хлыстов хвойных пород более 63 % поток, обрабатывающий хвойные хлысты, перегружается, а загрузка потока, обрабатывающего хлысты лиственных пород, уменьшается. Если доля хлыстов хвойных пород меньше 54 %, обрабатывающий их

поток недогружен. Когда доля хлыстов хвойных пород находится в диапазоне более 54, но менее 63 %, наблюдается прирост часовой производительности системы $\Delta П$. Наибольший прирост для принятого режима функционирования достигается при объемном соотношении пород хлыстов 59 % хвойных и 41 % лиственных, т. е. при наиболее полном использовании обоих потоков.

В случае перегрузки одного потока и недогрузки второго есть два пути увеличения пропускной способности системы. При первом излишки сырья с одного потока (например, хлысты хвойных пород) после обработки сырья (хлыстов) вторым потоком (или хуже в процессе выработки) передаются на обработку на второй поток, т. е. имеет место внутренняя дозагрузка (кривая 5). В этом случае для диапазона хлыстов хвойных пород 60...65 % значение $\Delta П$ близко к 1,5 %. Организовать технологию работ по такой схеме не сложно, если два раскрывочных потока находятся в зоне работы одного погрузочно-разгрузочного механизма. Однако при этом частично теряются преимущества специализации системы, так как на одном из потоков все же будут обрабатываться две породы хлыстов.

Второй путь предполагает внешнюю дозагрузку системы. Она возможна при наличии на складе запаса подсортированных хлыстов. Тогда, по мере выработки каким-либо потоком хлыстов определенной породы, они будут добавляться из запаса. Прирост часовой производительности системы для такой технологии характеризует кривая 4. Максимальная величина $\Delta П$ системы (около 5 %) приходится на тот диапазон объемного соотношения пород хлыстов, где без дозагрузки си-

стема имела наибольшие потери $\Delta П$. Работать постоянно в режиме внешней дозагрузки практически нельзя из-за ограниченного запаса рассортированных хлыстов. Кривые 2 и 3 характеризуют часовой прирост производительности при специализации потоков системы, имеющих соответственно четыре и шесть потоков (хлысты разных пород обрабатывают одинаковое число потоков). Прирост часовой производительности для четырех и шести поточных технологических систем получен суммированием показателей двухпоточной системы и может достигать, соответственно, 1,75 и 2,6 %.

Разработанная математическая модель позволяет определить условия достижения максимального прироста производительности системы при специализации потоков по видам перерабатываемого сырья, зависящей не только от объемного соотношения пород хлыстов и их среднего объема, но и от других факторов (числа выпиливаемых сортиментов, расположения лесонакопителей и т. д.). Это учитывается в модели численными значениями параметров $\lambda_1, \lambda_2, \mu_1, \mu_2$, определяемыми для конкретных природно-производственных условий путем фотохронометражных наблюдений.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Вяля А. И. Экономическая эффективность применения многопильного блока в составе линии ЛО-15С для вторичной разделки длинномерных сортиментов // Тр. / ЦНИИМЭ.— Химки, 1975.— Вып. 145.— С. 16—20. [2]. О в ч а р о в Л. А. Прикладные задачи теории массового обслуживания.— М.: Машиностроение, 1969.— 324 с.

Поступила 6 июля 1987 г.

УДК 630*323.4

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РАСКРЯЖЕВКИ ЦЕПНОЙ ПИЛОЙ С ВРАЩАТЕЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ПОДАЧИ

А. С. ТОРОПОВ

Марийский политехнический институт

В процессе раскряжевки лесоматериалов требуется обеспечить оптимальный (качественный) раскрой, необходимую производительность, минимальную энергоемкость, оптимальную загрузку установки, беззажимное пиление, высокую надежность установки. Решение поставленных задач возможно на основе теории автоматического регулирования управляемых параметров раскряжевочной установки, для определения которых необходима математическая модель.

Учеными Воронежского лесотехнического института разработан измерительно-информационный комплекс автоматизированной системы управления технологическим процессом производства круглых лесоматериалов на основе теории автоматического оптимального раскроя. «Телевизионный глаз» измеряет диаметр, определяет координаты центра поперечного сечения, отмечает неоднородность поверхности и кривизну [2].

В монографии [1] исследованы механизмы резания для поштучной раскряжевки лесоматериалов. В данной работе приведена математическая модель процесса раскряжевки цепной пилой с вращательным движением подачи.

Модель может быть использована для определения параметров процесса при поштучной, групповой и пачковой раскряжевке лесоматериалов.