

Предлагаемый способ расчета реевого лесонаправляющего сооружения позволяет проанализировать положение реевого бона в потоке в целях предотвращения подныривания леса под бон.

Он позволяет выбрать оптимальное расстояние между ряями и упрощает технику расчета.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Азаренков В. М. Экономическое обоснование длины и числа рей бона // Сб. науч. тр. по лесосплаву / ЦНИИЛесосплава.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— № 13.— С. 64—71. [2]. Водный транспорт леса: Справочник / Под ред. В. И. Пяткина.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 404 с. [3]. Донской И. П., Савельев В. В. Водный транспорт леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 286 с. [4]. Пяткин В. И., Дмитриев Ю. Я., Зайцев А. А. Водный транспорт леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1985.— 335 с. [5]. Шульц Г. Ф. Наплавные лесонаправляющие сооружения.— М.: Лесн. пром-сть, 1969.— 239 с.

Поступила 30 января 1986 г.

УДК 630\*848.7-791.8 : 621.86.06

### УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОВ НА СОРТИРОВКЕ СОРТИМЕНТОВ

Г. М. ВАСИЛЬЕВ, Е. Г. ЕСЮНИН

СНПЛО

В ВЛПО Свердловспром, имеющем прирельсовые нижние склады, используются более 150 поточных линий с раскряжевочными установками ЛО-15С и др. На линии занято в среднем 6 рабочих, из них двое — управлением манипулятором и раскряжевкой, четверо — сортировкой сортиментов. Сортировка сортиментов длиной более 3 м во многих предприятиях механизирована с помощью сбрасывателей. Использование манипуляторов практически затруднено из-за большого числа групп сортировки длинномерных сортиментов, большого их размера и массы и мало что даст.

Механизировать сортировку коротыга пока не удастся. По нашему мнению, для этой цели можно использовать миниупулятор сравнительно небольшой грузоподъемности и стоимости. Применение манипулятора для сортировки коротыга вместе с использованием сбрасывателей длинномерных сортиментов позволило бы сократить бригаду с 6 до 4 человек и увеличить производительность труда на поточных линиях в 1,5 раза.

Чтобы определить требования к сортировочному устройству для коротыга, исследовали поток короткомерных сортиментов и функционирование системы сортировочный транспортер — манипулятор.

Наблюдения за выходом короткомерных сортиментов проводили на линии ЛО-15С, установленной в Красноуфимском ЛПХ, где производительность поточных линий в 1,5 раза выше, чем средняя сменная по объединению.

Для сортировки долготы (на 12 групп) используются сбрасыватели ЛТ-166.

Время раскряжевки сортиментов составляет 6...10 с, интервалы же поступления короткомерных сортиментов на сортировку сильно колеблются.

Случайные временные интервалы их поступления можно полностью описать с вероятностной точки зрения, если задать закон их распределения. Многие из транспортных потоков описываются законом Пуассона. Это справедливо и для потока объемов сортиментов, выходящего от основной технологической линии [3]. Поэтому при анализе потока

поступления короткомерных сортиментов на сортировочный транспортер предполагалось, прежде всего, проверить его соответствие распределению Пуассона.

На основании фотохронометражных наблюдений было подсчитано число короткомерных сортиментов, поступающих на сортировочный транспортер за интервал времени, равный 1 мин. Вероятность числа короткомерных сортиментов в заданном интервале, соответствующую пуассоновскому распределению, определяют по формуле [2]:

$$P = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}, \quad (1)$$

где  $\lambda$  — интенсивность поступления короткомерных сортиментов;  
 $k$  — число поступивших на сортировочный транспортер короткомерных сортиментов.

Обработка экспериментальных данных и сравнение их с теоретическим распределением при заданном числе степеней свободы и уровне значимости  $q = 5\%$  с помощью  $\chi^2$ -критерия позволили сделать вывод, что экспериментальное распределение потока короткомерных сортиментов близко к пуассоновскому.

Интенсивность поступления короткомерных сортиментов на сортировочный транспортер для условий Красноуфимского ЛПХ составляет  $\lambda = 4,39$  треб./мин. Для других предприятий на поточных линиях типа ЛО-15С и ПЛХ-ЗАС с манипулятором средняя интенсивность поступления короткомерных сортиментов близка к отмеченной.

Наблюдения показали, что простой сортировочного транспортера в Красноуфимском ЛПХ из-за ручной сброски и поправки сортиментов в лесонакопителях составляют 16,5%, на других предприятиях — в пределах 2,5...23,4%.

Время укладки короткомерных сортиментов в лесонакопители также носит случайный характер, так как зависит от расстояния перемещения, заполнения лесонакопителей, квалификации оператора и других причин. Таким образом, рассматриваемая система сортировочный транспортер — манипулятор относится к системе, для описания функционирования которой может быть использована теория массового обслуживания.

По критерию времени пребывания требований это система с ожиданием. Особенность ее работы в том, что поступившее в систему требование, застав обслуживающий канал занятым, вынуждено ожидать своей очереди. Требования к обслуживанию принимаются в порядке очередности поступления в систему.

При сортировке короткомерных сортиментов с помощью поворотного манипулятора сортименты раскладываются по лесонакопителям, расположенным по радиусу поворота стрелы и рукояти. Очевидно, что основной поток сортиментов целесообразно укладывать в ближние лесонакопители, остальные — в дальние. Таким образом, значительная доля требований будет обслуживаться быстро, что соответствует показательному закону распределения времени обслуживания [2].

При показательном законе функция распределения имеет вид

$$F(t) = 1 - e^{-\mu t}, \quad (2)$$

где  $\mu = \frac{1}{\bar{t}_{\text{обс}}}$  — положительная постоянная величина.

Величина  $\bar{t}_{\text{обс}}$  равна математическому ожиданию времени обслуживания, т. е. средней величине рабочего цикла манипулятора.

Возможными состояниями системы с ожиданием являются:  $S_0$  — в системе нет заявок;  $S_1$  — манипулятор занят, заявок в очереди нет;  $S_2$  — манипулятор занят, заявка становится в очередь.

Для исключения простоев сортировочного транспортера необходима буферная площадка, на которую будут сбрасываться короткомерные сортименты, ожидающие обслуживания. Необходимую емкость буферной площадки определим из выражения для вероятности отказа обслуживания заявки [2]

$$P_{\text{отк}} = \frac{\rho^n}{(\rho + 1)^n}, \quad (3)$$

где  $n$  — емкость буферной площадки;  
 $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$  — приведенная интенсивность потока заявок.

Логарифмируя уравнение (3), получим формулу для определения емкости буферной площадки:

$$n = \frac{\ln P_{\text{отк}}}{\ln \rho - \ln(\rho + 1)}. \quad (4)$$

В таблице представлены значения емкости буферной площадки для различных значений среднего цикла манипулятора (при условии, что вероятность отказа в обслуживании не превышает 1 %).

Определение емкости буферной площадки

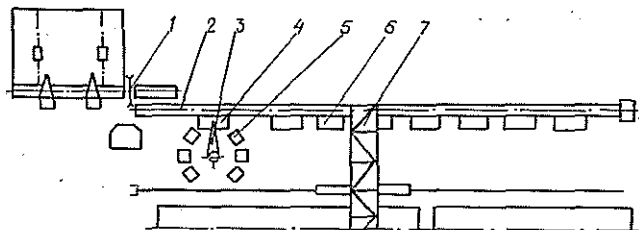
Средний цикл манипулятора $t_{\text{обс. с}}$	Интенсивность обслуживания заявок $\mu$ , треб./мин	Приведенная интенсивность потока заявок $\rho$	Емкость буферной площадки, $n$ , шт.
7	8,57	0,51	4,24
9	6,67	0,66	4,99
11	5,45	0,81	5,73
13	4,62	0,95	6,41
15	4,00	1,09	7,07
17	3,53	1,24	7,79

С увеличением среднего цикла манипулятора повышается емкость буферной площадки. При емкости большей 4-5 короткомерных сортиментов возможны их перекосы и кострение на буферной площадке, что ведет к дополнительным затратам времени на разбор пачки и захват сортиментов манипулятором. Поэтому целесообразно ограничить емкость 4-5 сортиментов, а средний цикл манипулятора должен составлять 7...9 с. Таким образом, чтобы не вызывать остановок раскрывочной установки, манипулятор должен иметь большой резерв производительности.

Вылет манипулятора обусловливается двумя обстоятельствами: возможностью захвата лесоматериалов с буферной площадки при условии размещения на ней в шести 4-5 сортиментов и возможностью укладки лесоматериалов по всей ширине лесонакопителя. При максимальном диаметре сортиментов 60 см ширина буферной площадки должна составлять 2,4...3,0 м. Лесонакопители имеют ширину 2,8 м и устанавливаются по радиусу поворота на расстоянии минимального вылета манипулятора от оси поворота, который конструктивно равен 2,5 м (с учетом габаритных размеров поворотной платформы, размеров захвата и стоек лесонакопителя). Таким образом, вылет манипулятора должен быть не менее 5,0...5,5 м.

Наблюдения показали, что средний вес короткомерных лесоматериалов колеблется в пределах 0,17...2,53 кН. Фактически при максимальном диаметре 60 см он может составить 7,5...9,5 кН. Исходя из полученных данных, грузоподъемность манипулятора на максимальном

вылете можно принять равной 2...3 кН, так как с крупными сортиментами манипулятор будет работать в режиме подтаскивания до транспортного положения. В транспортном положении грузоподъемность манипулятора должна составлять 9...10 кН.



В НИИ СНПЛО для сортировки короткомерных сортиментов с учетом рассмотренных требований разработан проект поворотного манипулятора со средним расчетным циклом 8,5 с. Схема расположения манипулятора приведена на рисунке. Манипулятор 3 устанавливается у сортировочного транспортера 2 в зоне, обслуживаемой краном 7. Короткомерные сортименты, поступающие от раскряжевочной установки 1, сбрасываются на буферную площадку 4, с которой затем рассортировываются по лесонакопителям 5. Сортировка длинномерных сортиментов и укладка их в лесонакопители 6 осуществляется с помощью различного типа сбрасывателей.

Решение уравнений Колмогорова для возможных состояний системы сортировочный транспортер — манипулятор при принятых условиях показывает, что ее функционирование будет характеризоваться следующими вероятностями [1]:  $p_0 = 0,5$ ;  $p_1 = 0,31$ ;  $p_2 = 0,19$ .

Таким образом, в среднем 31 % времени манипулятор будет заниматься сортировкой короткомерных сортиментов, не создавая очереди заявок. Из последующих заявок около 19 % вынуждены становиться в очередь, т. е. короткомерные сортименты будут сбрасываться на буферную площадку и рассортировываться в свободное время, которого у манипулятора достаточно (около 50 %).

Расчеты показывают, что для манипулятора с такими параметрами годовой экономический эффект от использования составит 4800 р. за счет увеличения производительности труда и сокращения простоев сортировочного транспортера.

#### Выводы

1. Манипулятор для сортировки короткомерных сортиментов на прирельсовых нижних складах после их раскряжевки на линии ЛО-15С должен иметь продолжительность цикла 7...9 с при емкости буферной площадки 4-5 сортиментов и до 17 с при увеличении емкости до 8 шт.

2. Для сортировки короткомерных сортиментов на 5-6 групп манипулятор должен иметь вылет не менее 5,5 м и грузоподъемность на максимальном вылете около 3 кН, а на меньшем вылете в транспортном положении — 9...10 кН.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вентцель Е. С. Исследование операций.— М.: Наука, 1980.— 209 с. [2]. Новиков О. А., Петухов С. И. Прикладные вопросы теории массового обслуживания.— М.: Сов. радио, 1969.— 400 с. [3]. Редькин А. К. Управление операциями на лесных складах.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 208 с.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.047/049 : 536.24

ОБОБЩЕННАЯ СИСТЕМА УРАВНЕНИЙ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА  
ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ  
И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИЯ НА ЭВМ  
ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОЦЕССОВ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

Г. С. ШУБИН

Московский лесотехнический институт

Ранее [8] отмечалось, что различные процессы сушки и тепловой обработки древесины можно отнести к двум категориям: 1) процессы, при которых фазовый переход происходит по всему объему одновременно или вообще отсутствует; 2) процессы, при которых границы фазовых переходов подвижны.

Выполненный анализ показал, что, несмотря на различия в процессах, имеется возможность описать их единой системой уравнений, приведенной ниже, которая является некоторой модификацией уравнений А. В. Лыкова для процесса сушки тела в виде пластины при углублении зоны испарения [1].

Представлялось также важным распространить эту систему уравнений на случай переменных по объему материала условий среды (например, при обработке в штабеле, пакете и т. п.), когда характер их изменения заранее неизвестен.

$$c_{1,2} \rho_{1,2} \frac{\partial t_{1,2}}{\partial t} = \mu(x) \frac{\partial}{\partial x} \left[ \lambda_{1,2} \frac{\partial t_{1,2}}{\partial x} \partial(x) \right] + \varepsilon_{1,2} \rho_0 r_{\Phi} \frac{\partial u_{1,2}}{\partial t} + c_{вп,1,2} q'_{1,2} \frac{\partial t_{1,2}}{\partial x}; \quad (1)$$

$$\frac{\partial u_{1,2}}{\partial \tau} = \mu(x) \frac{\partial}{\partial x} \left[ \left( a'_{1,2} \frac{\partial u_{1,2}}{\partial x} + a'_{1,2} \delta_{1,2} \frac{\partial t_{1,2}}{\partial x} \right) \partial(x) \right]; \quad (2)$$

$$t_2(x, \tau=0) = f_t(x); \quad (3)$$

$$u_2(x, \tau=0) = f_u(x); \quad (4)$$

$$\alpha_1 [t|_{x=0} - t_{c1}(\tau)] - \lambda_1 \frac{\partial t_1}{\partial x} \Big|_{x=0} - r_{\Phi} (1 - \varepsilon_1) q'_1(\tau) \Big|_{x=0} = 0; \quad (5)$$

$$\alpha_2 [t|_{x=l} - t_{c2}(\tau)] - \lambda_2 \frac{\partial t_2}{\partial x} \Big|_{x=l} - r_{\Phi} (1 - \varepsilon_2) q'_2(\tau) \Big|_{x=l} = 0; \quad (6)$$

$$q'_1(\tau) \Big|_{x=0} + a'_1 \rho_0 \frac{\partial u_1}{\partial x} \Big|_{x=0} + a'_1 \rho_0 \delta_1 \frac{\partial t_1}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0; \quad (7)$$

$$q'_2(\tau) \Big|_{x=l} + a'_2 \rho_0 \frac{\partial u_2}{\partial x} \Big|_{x=l} + a'_2 \rho_0 \delta_2 \frac{\partial t_2}{\partial x} \Big|_{x=l} = 0; \quad (8)$$

$$t_1(\tau) \Big|_{x=x} = t_2(\tau) \Big|_{x=x} = t_{\Phi} = \text{const}; \quad (9)$$

$$u_1(\tau) \Big|_{x=x} = u_2(\tau) \Big|_{x=x} = u_{п.н} = \text{const}; \quad (10)$$