

аглопоритожелезобетонные дорожные плиты обладают высокой работоспособностью и могут быть рекомендованы для строительства колеиных покрытий автомобильных лесовозных дорог.

Л и т е р а т у р а

1. Савин Л.Е., Павлов Ф.А., Веселов Б.В. Лесовозные автомобильные дороги на севере. М., 1969. 2. Шатов И.В. Дорожные плиты из местных материалов. М., 1965.

М.В. Ходосовский, И.В. Турлай

ВОПРОСЫ АНАЛИЗА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ, ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДМЕТЫ ТРУДА С БОЛЬШИМ РАЗБРОСОМ ПАРАМЕТРОВ

При исследовании потоков предметов труда (деревьев, хлыстов, сортиментов) и определении закона распределения времени обслуживания (обработки) и интервалов между поступлениями их в систему в выборках присутствуют данные о предметах труда, имеющих различные параметры. Деревья, принимающиеся к валке, и хлысты, поступающие на раскряжевку, рассматриваются как поток одного типа заявок на обработку с некоторым средним объемом, хотя фактически их объемы колеблются в довольно широком диапазоне. Так хлысты, поступающие в разделку на линии ПЛХ-ЗАС, имеют разброс объемов в обе стороны от $V_{\text{сл}}^{\text{CP}}$ в 82—115%. Полученные характеристики исследуемого процесса — средние и дисперсии — будут нести искаженную информацию о процессе.

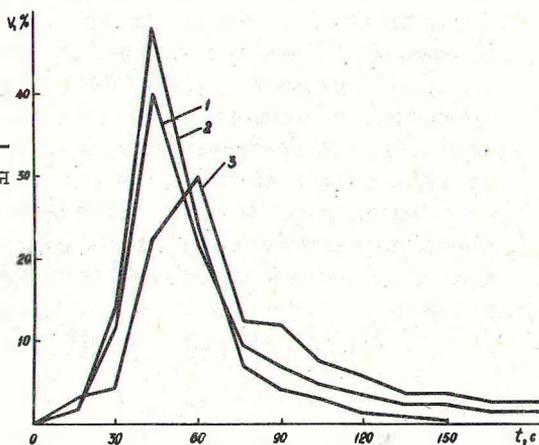
Значительно более точные данные получаются в том случае, если при анализе процесса обработки исходить из того, что агрегат занят обработкой не одного потока предметов труда, а нескольких с простейших с определенными параметрами предметов труда. Деревья диаметром d_1 составляют один поток на обработку, диаметром d_2 — второй и т.д. По данным наблюдений за работой валочно-пакетирующей машины ЛП-2, введенных в Бобруйском ЛПХ в январе 1974 г., средняя дли-

тельность обработки одного дерева составила $\bar{t} = 59,60$ с, среднеквадратичное отклонение — $\sigma_t = 33,54$. При статистической обработке тех же данных предлагаемым методом было выделено два характерных потока деревьев с диаметром до 20 см и более. Для первого потока средняя длительность обслуживания составила $t_1 = 56,00$ с, при $\sigma_t = 22,8$ с. Второй поток характеризуется величинами $t_2 = 76,89$ с при $\sigma_t = 40,74$ с. По отношению к средним величинам обработки, определенным из условия двух потоков, ошибка в случае принятия одинарного потока находится в пределах от 6 до 29%. Опытные кривые распределения времени обработки деревьев ЛП-2 показаны на рис. 1.

Используя приведенный метод определения средней длительности обработки дерева, рассмотрим функционирование лесозаготовительного агрегата при поступлении s простейших потоков деревьев с диаметрами d_1, d_2, \dots, d_i ($i = 1, 2, \dots, s$). Интенсивность обработки предмета труда i -го потока определяется величиной μ_i . Допускается, что число мест m для создания запаса практически неограниченно, то есть $m \approx \infty$. При появлении поломки агрегат подлежит ремонту. Функция распределения поломок агрегата является экспоненциальной с параметром λ_1 . Согласно данным для машин ПЛХ-ЗАС, ЛП-2, ТДТ-40, ТДТ-55, время ремонта распределено тоже по экспоненциальному закону с параметром μ_1 . До начала обработки дерева для агрегата не имеет значения различие предметов труда. Считаем, что на обработку поступает один поток де-

Рис. 1. Распределение длительности обслуживания для ЛП-2:

1—одинарный поток деревьев; 2—поток при $d < 20$ см; 3—поток для $d > 20$ см.



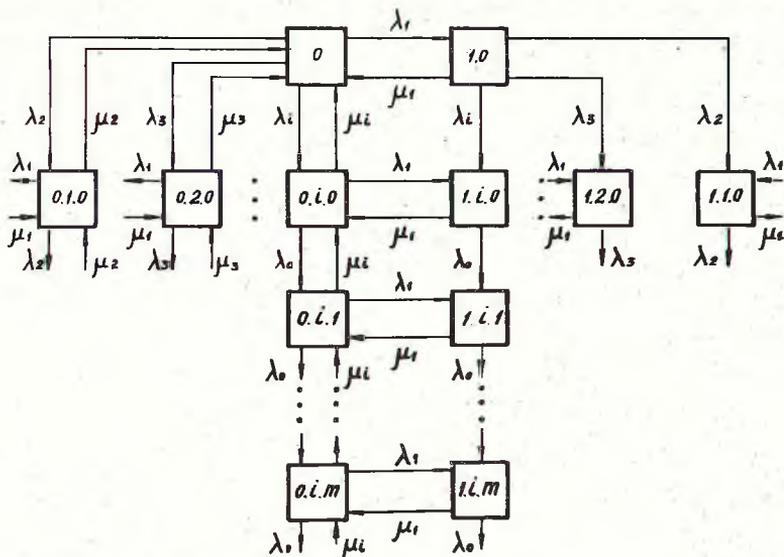


Рис. 2. Схема перехода агрегата в различные состояния.

ревьев с интенсивностью $\lambda_0 = \sum_{i=2}^s \lambda_i$, где $\lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_s$ — интенсивность поступления деревьев соответствующих простейших потоков. Характер предмета труда приобретает значимость при обработке. Длительность обработки характеризуется параметром μ_i ($i = 2, 3, \dots, s$). Работу агрегата с рассмотренными условиями удобно анализировать методами теории массового обслуживания [1].

Состояния агрегата могут быть следующими: (0) — свободное; (1,0) — агрегат неисправен, и система свободна; (0, i, m) — предмет труда вида i обрабатывается, в очереди на обработку находится m единиц; (1, i, m) — агрегат неисправен, первым в очереди на обработку стоит предмет труда вида i в запасе находится m единиц.

Схема (рис. 2) дает наглядное представление о возможных переходах агрегата из одного состояния в другое. Стационарные вероятности состояний удовлетворяют системе

$$-(\lambda_1 + \lambda_0)P_{(0)} + \sum_{i=1}^s \mu_i P_{(0,i,0)} = 0,$$

$$-(\mu_1 + \lambda_0)P_{(1,0)} + \lambda_1 P_{(0)} = 0,$$

$$-(\mu_1 + \lambda_0)P_{(1,i,0)} + \lambda_i P_{(1,0)} + \lambda_1 P_{(0,i,0)} = 0,$$

$$-(\lambda_1 + \mu_i + \lambda_0)P_{(0,i,0)} + \lambda_i P_{(0)} + \mu_i P_{(0,i,1)} + \mu_1 P_{(1,i,0)} = 0,$$

$$-(\mu_1 + \lambda_0)P_{(1,i,m)} + \lambda_0 P_{(1,i,m-1)} + \lambda_1 P_{(0,i,m)} = 0,$$

$$-(\lambda_1 + \mu_i + \lambda_0)P_{(0,i,m)} + \lambda_0 P_{(0,i,m-1)} + \mu_i P_{(0,i,m+1)} + \mu_1 P_{(1,i,m)} = 0.$$

Нормировочное условие для решения приведенной системы запишется следующим образом:

$$\sum_{m=0}^{\infty} \sum_{i=0}^s P_{(0,i,m)} + \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{i=0}^s P_{(1,i,m)} = 1.$$

Из данной системы определяются необходимые формулы для расчета параметров работы агрегата.

Поскольку поломки сразу же принимаются к ремонту, рассмотрение вопросов нахождения агрегата в неисправном состоянии можно проводить без учета наличия предметов труда.

Вероятность того, что система неисправна, составит

$$P_n = \rho_1 (1 - \rho_1).$$

Вероятность свободного (незанятого) состояния системы равна

$$P_0 = (1 + \rho_1)^{-1} - \rho.$$

Вероятность исправного функционирования агрегата определится из выражения

$$P_p = \rho - \rho_1 (1 - \rho_1) - (1 - \rho_1)^{-1} + 1.$$

Для стационарного режима работы необходимо наличие следующего условия:

$$\rho_1 + \rho \leq 1, \left(\rho = \sum_{i=2}^s \frac{\lambda_i}{\mu_i}, \rho_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_1} \right).$$

Средняя величина очереди предметов труда перед агрегатом может быть вычислена по формуле

$$m = \frac{\lambda_0}{P_{(0)}} \left[(1 + \rho_1) \sum_{i=2}^s \frac{\lambda_i}{\mu_i^2} + \frac{\rho_1}{\mu_1(1+\rho_1)^2} \right] + \rho_1$$

На основании приведенных выкладок решается задача по определению минимально необходимой продолжительности безотказной работы агрегата при заданной плановой производительности.

Пусть установлена плановая производительность агрегата $\Pi_{\text{пл}}$ при длительности смены T часов. Сменное задание будет выполнено при условии

$$\lambda_0(1 - P_n) T \geq \Pi_{\text{пл}},$$

или

$$\lambda_0 [1 - \rho_1(1 - \rho_1)] T \geq \Pi_{\text{пл}}.$$

Определим минимальную величину безотказной работы агрегата для получения $\Pi_{\text{пл}}$

$$\rho_1 \leq \frac{1 - \sqrt{4 \frac{\Pi_{\text{пл}}}{\lambda_0} - 3}}{2};$$

$$t_{\text{раб}}^{\text{min}} \geq \frac{2}{\mu_1 \left(\bar{t} \sqrt{\frac{4\Pi_{\text{пл}}}{\lambda_0} - 3} \right)},$$

где $\lambda_1 = \frac{1}{\bar{t}_{\text{раб}}}$; $\bar{t}_{\text{раб}}$ — среднее время работы между поломками; $\mu_1 = \frac{1}{\bar{t}_B}$; \bar{t}_B — среднее время восстановления работоспособности агрегата после поломки.

Минимально необходимая продолжительность безотказной работы агрегата, обеспечивающая выполнение планового задания $\Pi_{\text{пл}}$, будет возрастать с увеличением последнего. Потеря сменной производительности агрегата из-за его поломок составит

$$\Pi_{\text{пот}} = \lambda_0 \rho_1 (1 - \rho_1) .$$

При исследовании работы машины ЛП-2 в Бобруйском ЛПХ в насаждениях со средним объемом хлыста 0,28 м³ параметры функционирования составили

$$\bar{t}_{\text{раб}} = 37,90 \text{ мин}; \quad \bar{t}_{\text{в}} = 22,484 \text{ мин}; \quad \lambda_0 = 0,520 \frac{\text{дер}}{\text{мин}};$$

$$\mu_2^{\text{ср}} = 1,332 \frac{\text{дер}}{\text{мин}} .$$

Число поваленных деревьев колебалось от 87 до 142 в смену. Определим показатели, по которым должна работать машина для выполнения сменного задания в объеме не ниже 56 м³ (200 деревьев). Значения загрузки системы равны

$$\rho = \frac{\lambda_0}{\mu_2^{\text{ср}}} = \frac{0,520}{1,332} = 0,390;$$

$$\rho_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_1} = \frac{22,484}{37,90} = 0,601;$$

$$\rho_1 + \rho = 0,601 + 0,390 = 0,991 < 1;$$

$$t_{\text{раб}}^{\text{min}} \geq \frac{2}{0,044 \left(1 - \sqrt{\frac{4 \cdot 200}{7 \cdot 60 \cdot 0,520^3}} \right)} \geq 239,35 \text{ мин} .$$

Таким образом, при выполнении данного сменного задания допустимы остановки машины в смену общей длительностью не более 22,484 мин.

Определение показателей функционирования агрегатов изложенным методом может производиться для большого класса лесзаготовительного оборудования, которое обрабатывает предметы труда с большим разбросом параметров: цепных пил на валке и раскряжевке, агрегатных машин, линий разделки и т.д.

Л и т е р а т у р а

1. Бочаров П.П. О ненадежном приборе с заявками нескольких видов. — В сб.: Проблемы передачи информации. Вып. 2, т. 4, М., 1968.