

Таким образом получены все необходимые зависимости для расчета лежня запани и береговых опор с учетом сосредоточенных сил. Усилия в канатах лежня

$$T = \sqrt{H^2 + (P + ql/2)^2}. \quad (28)$$

Угол с осью y для разбивки на местности береговых (русловых) опор

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{H}{P + ql/2}. \quad (29)$$

Поступила 2 июля 1987 г.

УДК 630*377.44.004.6(083.75)

К ОЦЕНКЕ ПОТОКОВ ОТКАЗОВ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ ПАРКА МАШИН

Ю. П. КОНОНОВ

СевНИИП

Современные методы расчета показателей надежности изделий машиностроения и потребности в запасных частях базируются на положениях теории вероятностей и предполагают, что известны статистические характеристики потоков отказов деталей. Для получения их требуется провести трудоемкие и длительные по времени наблюдения как при пассивном, так и при активном экспериментах.

В ряде случаев, основываясь на общих закономерностях отказов деталей, удается получить эти характеристики имитационным моделированием на ЭВМ процессов отказов и восстановления изделий.

В нашей статье рассмотрен метод статистического моделирования (СМ) процессов отказов и замен деталей для парка машин, работающих в достаточно близких условиях эксплуатации (работы, технического обслуживания и ремонта, обеспечения запасными частями и т. п.).

Принципы СМ на ЭВМ производственных и других физических процессов с произвольными потоками событий подробно описаны в работах [1, 3].

Разработка схемы СМ предложенной модели включала следующие этапы: описание алгоритма функционирования различных блоков операционной системы; выбор метода генерации случайных чисел; задание начальных условий моделируемого процесса; определение числа прогонов имитационной модели при одних и тех же наборах описывающих систему параметров или продолжительности имитационного процесса; определение переменных значений, которые подлежат измерению и обработке; выбор метода обработки результатов СМ; составление программы расчета для ЭВМ.

Схема имитационной модели приведена на рис. 1.

Рассматриваем парк машин из z единиц. В процессе работы в момент времени t_j происходит отказ детали на i -й машине. Для упрощения процесса и исключения из рассмотрения времени простоя на замену детали текущее время будем измерять в единицах наработки. Принимаем, что в начальный момент СМ данная деталь имеет наработку $t_{н.}$ Процесс работы машин, отказов и замен деталей продолжается непрерывно во времени до некоторого заданного момента $t_{пр.}$ Если моменты отказов деталей расположить на общей оси времени, то получим поток отказов для всего парка машин. Определяя на общей оси интервалы времени между очередными отказами деталей $T_1, T_2, \dots,$

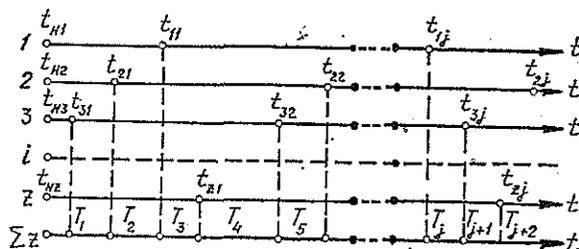


Рис. 1. Схема модели процесса замен деталей для парка машин

T_j, T_{j+1}, \dots , получим распределение временных интервалов между отказами деталей данного вида.

Исследованиями [4—7] установлено, что распределение ресурсов деталей машин в основном соответствует нормальному, Вейбулла, логарифмически нормальному и экспоненциальному законам со средними значениями коэффициентов вариации, равными соответственно 0,25; 0,45; 0,68 и 0,92. На основании этих положений для реализации СМ требуется определить случайные величины ресурсов деталей с указанными распределениями. Метод математического генерирования непрерывных случайных величин с заданным законом распределения основывается на использовании следующего соотношения теории вероятностей:

$$\int_0^{x_i} f(x) dx = R_i, \quad (1)$$

где R_i — случайные числа с равномерным их распределением в интервале от 0 до 1;

x_i — случайные числа с законом распределения, соответствующим плотности распределения $f(x)$.

Точное решение уравнения (1) в конечном виде не всегда возможно, но для всех случаев осуществимо с любой требуемой точностью на основе численных методов интегрирования.

Для генерирования случайных числовых последовательностей R_i ($i = \overline{1, n}$) можно применить, например, метод мультипликативных конгруэнций [2]. Выражение, позволяющее генерировать случайные числа при этом методе, имеет вид:

$$R_i = r_i \cdot 10^{-10}, \quad (2)$$

где $r_i = ar_{i-1}$ (по модулю 10^{10}). Здесь a и r_{i-1} (при $i = 1$) — любые нечетные целые числа больше 10^5 , которые не делятся на 5.

Необходимое условие СМ любого процесса — выбор начальных условий, являющихся исходными данными исследования.

Для рассматриваемой модели начальными условиями могут быть: число машин в парке z ; средний ресурс детали t_{cp} ; коэффициент вариации ресурса детали для данного вида распределения V_d ; начальная наработка детали t_n .

Выбор количественных значений начальных условий определяется требованиями эксплуатации машин и ресурсными характеристиками деталей.

Начальные наработки деталей t_n в процессе моделирования могут быть получены в предположении, что их случайная величина имеет нормальное распределение с соответствующим t_{cp} и $V_d = 0,25$.

Особенность использования метода СМ — случайный характер его результатов. В качестве оценок полученных результатов необходимо брать выборочные средние, которые подвержены случайным флуктуациям и поэтому в точности не равны генеральным средним. С увеличением числа реализаций сходимость выборочной средней с генеральной средней улучшается. Проблема статистической сходимости заключается, таким образом, в выборе числа реализаций, обеспечивающих заданную точность результатов моделирования.

Выбор плана и объема наблюдений производится по ГОСТ 17510—79, согласно которому, например, для плана наблюдений *NRT* продолжительность имитационного процесса определится по формуле:

$$t_{\text{пр}} = \frac{x t_{\text{ср}}}{z}, \quad (3)$$

где x — определяется на основе принятого значения доверительной вероятности и относительной ошибки;

$t_{\text{ср}}$, z — начальные условия модели.

Исходя из поставленных целей СМ, необходимо найти для каждого значения среднего ресурса деталей и вида распределения следующие переменные параметры: начальную наработку детали с i -м значением ресурса — t_{ni} ; наработку детали до j -го отказа (замены) — T_{ij} ; наработку машины до очередного отказа (замены) детали — t_{ij} ; промежуток времени между заменами деталей для парка машин — T_j ; число замен деталей — n_z .

По результатам СМ рассчитывают статистические характеристики эмпирического распределения промежутков времени между отказами (заменами) деталей для парка машин: среднее арифметическое $T_{\text{ср}}$, коэффициент вариации $V_{\text{п}}$.

По описанному методу СМ составлена программа для ЭВМ и выполнены расчеты для различных парков трелевочных тракторов ТДТ-55А, эксплуатируемых в условиях лесозаготовительных предприятий объединения Архангельсклеспром. Блок-схема программы приведена на рис. 2.

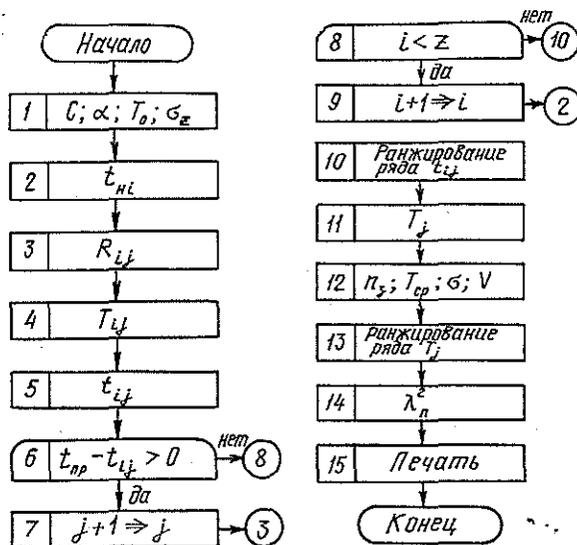


Рис. 2. Блок-схема программы статистического моделирования на ЭВМ процесса замен деталей машин

Блок 1 программы определяет параметры опытного распределения Вейбулла (C ; α) и логарифмически нормального распределения (T_0 ; σ_z).

Блок 2 определяет начальную наработку детали t_{ni} для i -го трактора.

Блок 3 осуществляет последовательную генерацию случайных чисел R_{ij} .

Блок 4 вычисляет по R_{ij} случайную величину ресурса детали для соответствующего закона распределения.

Блок 5 определяет наработку трактора с момента начала моделирования замен до очередного отказа детали.

Блоки 6—9 производят проверку окончания процесса моделирования для всех тракторов парка.

Блок 10 сортирует накопленные при моделировании значения t_{ij} по возрастанию их величин.

Блоки 11 и 12 вычисляют промежутки времени между заменами деталей для парка и определяют статистические характеристики распределения T_j .

Блок 13 производит ранжирование ряда T_j .

Блок 14 вычисляет значение функции λ_n^2 для критерия ω^2 .

Исходные данные, принятые для расчетов, и результаты статистической обработки экспериментальных данных для 24 вариантов приведены в таблице.

Вариант расчета	Исходные данные				Результаты моделирования			
	z	Распределение ресурса детали	t_{cp}	V_d	n_z	T_{cp}	V_{II}	$a(\lambda_n^2)$
1	10	Нормальное	1 000	0,25	110	98,4	0,96	0,253
2	5	»	1 000	0,25	53	202,2	0,80	0,696
3	10	»	2 000	0,25	53	237,6	1,04	0,352
4	15	»	2 000	0,25	91	144,4	0,98	0,086
5	15	»	3 000	0,25	53	250,5	0,85	0,323
6	10	»	3 000	0,25	60	312,0	0,78	0,380
7	15	»	5 000	0,25	55	386,2	0,83	0,380
8	29	»	5 000	0,25	85	175,0	1,11	0,466
9	10	Вейбулла	1 000	0,45	107	109,0	1,04	0,001
10	15	»	1 000	0,45	189	70,9	0,98	0,016
11	10	»	2 000	0,45	57	242,6	0,81	0,323
12	5	»	2 000	0,45	58	374,1	0,76	0,754
13	10	»	3 000	0,45	52	287,0	0,90	0,192
14	15	»	3 000	0,45	54	258,7	1,01	0,045
15	10	»	5 000	0,45	60	499,5	0,88	0,798
16	29	»	5 000	0,45	65	221,5	1,13	0,637
17	10	Логнормальное	1 000	0,68	75	184,0	1,04	0,490
18	5	»	1 000	0,68	72	215,5	0,82	0,673
19	10	»	2 000	0,68	52	537,2	1,07	0,030
20	5	»	2 000	0,68	52	820,7	0,98	0,371
21	15	»	3 000	0,68	52	544,2	0,74	0,721
22	10	»	3 000	0,68	51	319,1	1,10	0,424
23	10	»	5 000	0,68	57	524,3	0,95	0,334
24	29	»	5 000	0,68	73	286,0	1,04	0,062

Статистический анализ полученных данных показал, что распределение интервалов времени между отказами (заменами) деталей для всех рассмотренных вариантов распределений ресурсов соответствует экспоненциальному закону. Проверку выполняли по ГОСТ 11.006—74 с использованием критерия ω^2 , для чего определяли значения функции $a(\lambda_n^2)$ для уровня значимости $\gamma = 0,2$.

Проверка ординарности и стационарности потока отказов (замен) деталей позволила сделать предположение о его близости простейшему пуассоновскому потоку.

Полученные результаты СМ позволяют определить показатели надежности или рассчитать потребность в запасных частях для рассмотренных парков трелевочных тракторов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем.— М.: Наука, 1978.— 399 с. [2]. Вагнер Г. Основы исследований операций / Пер. с англ. Б. Т. Вавилова.— М.: Мир, 1973, т. 3.— 502 с. [3]. Голенко Д. И. Статистические методы в экономических системах.— М.: Статистика, 1970.— 204 с. [4]. Кузнецов Е. С. Исследование законов распределения случайных величин при технической эксплуатации машин // Стандарты и качество.— 1968.— № 9.— С. 40—44. [5]. Половко Л. М. Основы теории надежности.— М.: Наука, 1964.— 446 с. [6]. Проников А. С. Надежность машин.— М.: Машиностроение, 1978.— 592 с. [7]. Прохоров В. Б. Эксплуатация машин в лесозаготовительной промышленности.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 304 с.

Поступила 26 июня 1987 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.815-41

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА ВЫДЕЛЕНИЕ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ
ПРИ ПРЕССОВАНИИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В. В. ВАСИЛЬЕВ, Б. В. РОШМАКОВ, Е. Е. КОМАРОВА,
Л. Н. НИКАНОРОВА, А. Г. ТИХОМИРОВ

Ленинградская лесотехническая академия

При прессовании древесностружечных плит (ДСП) в результате отверждения связующего и сушки пакета выделяется смесь газообразных продуктов, основными компонентами которой являются вода, формальдегид и метанол [3, 4]. Известно, что изменение условий изготовления плит существенно влияет на их свойства [5], а также на количество выделяющихся газообразных продуктов. В свою очередь, от количества и состава газообразных продуктов зависят санитарные условия труда работающих в цехе и токсичность готовых ДСП. В литературе, мы не обнаружили данных о степени влияния технологических факторов производства плит на количественный состав газообразных продуктов.

Цель настоящей работы — определить технологические факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на выделение воды, формальдегида и метанола при прессовании ДСП.

При проведении экспериментов 3-слойные плиты (размером 380 × 380 × 16 мм) изготавливали из стружки, полученной из березовых «карандашей» на лабораторном стружечном станке. После изготовления стружку дополнительно измельчали на молотковой дробилке. В качестве связующего использовали смолу КФ-МТ, имеющую следующие показатели: сухой остаток — 65,8 %, содержание метилольных групп — 17 %, содержание свободного формальдегида — 0,32 %, продолжительность желатинизации — 68 с. Прессование плит осуществляли в лабораторном прессе с автоматическим регулированием давления и температуры.

Для определения количества газообразных продуктов, выделяющихся из плиты при прессовании, и их анализа собрали установку, схема которой приведена на рис. 1.

Формирование, холодную подпрессовку и горячее прессование плит проводили в прессформе, состоящей из двух частей: металлического поддона с приваренными к нему по периметру ограничительными планками и металлического листа, накладываемого сверху. Для герметичности прессформы в ограничительных планках выбрали паз, в который перед прессованием укладывали фторопластовую прокладку. Отбор

Рис. 1. Схема установки для отбора газообразных продуктов, выделяющихся при прессовании ДСП. 1 и 9 — поглотители; 2 и 5 — штуцер; 3 — плиты пресса; 4 — прессформа; 6 — прямой холодильник; 7 — колба для сбора конденсата; 8 — обратный холодильник; 10 — аспиратор для отбора проб воздуха

