

Определение технологических параметров предприятий технического сервиса лесной отрасли

А. В. Питухин¹,
Н. И. Серебрянский,
В. Н. Шиловский

Петрозаводский государственный университет

АННОТАЦИЯ

В статье изложена методика определения технологических параметров предприятий технического сервиса и их производственных участков сочетанием детерминированного и вероятностного методов расчета на основе средневзвешенной вероятности отказа парка эксплуатируемых объектов и нормативного распределения трудозатрат на ремонт по видам работ.

Ключевые слова: отказ, вероятность отказа, предприятие технического сервиса, обоснование числа постов.

SUMMARY

This paper is aimed at methods of optimal number defining of servicing posts machine aggregates repairing.

Keywords: failure, probability of failure, servicing center, determination of a number of servicing posts.

Технологические расчеты являются составной частью проектирования новых предприятий ремонтно-обслуживающей базы лесного комплекса, реконструкции существующих предприятий технического сервиса (ПТС), при изменении объектов ремонта и организации работ, расширении номенклатуры выполняемых заявок и в других случаях. При этом рассчитываются трудоемкость работ – общая и по производственным участкам; количество рабочих по специальностям, число постов и оборудования; производственные площади и другие параметры.

В условиях плановой экономики, когда все работы по техническому обслуживанию и ремонту машин подвергались жесткой регламентации, данные параметры предприятий РОБ рассчитывались традиционными детерминированными методами. В основу этих методов закладывались нормативные данные заводоизготовителей техники. К ним относятся наработка до капитального ремонта, периодичность выполнения, нормы трудоемкости и простоя всех видов технических воздействий на машину при ее эксплуатации. Была строго определена система технических воздействий.

¹ Авторы – профессора кафедры технологии металлов и ремонта

При рыночной экономике сложилась иная ситуация. Автотракторная техника эксплуатируется на предприятиях различных размеров и форм собственности, в которых работы по техническому обслуживанию и ремонту жестко не регламентированы. Работоспособное состояние техники поддерживается устранением возникших в процессе эксплуатации отказов в форме текущего ремонта, включая замену достигших предельного состояния узлов и агрегатов, капитальный ремонт которых имеет также случайный характер и выполняется как на предприятиях, эксплуатирующих технику, так и в пунктах технического сервиса. Предприятия технического сервиса машин приобретают свойства систем массового обслуживания (СМО) открытого типа. Для таких предприятий чисто детерминированные методы расчета технологических параметров, основанные на нормативных данных, неприменимы. Параметры таких систем рассчитываются вероятностно-статистическими методами, в основе которых лежат оценки статистических характеристик поступления заявок на восстановление отказавших эксплуатируемых объектов. Параметр поступления заявок λ , необходимый для расчета трудоемкости работ ПТС, зависит от количества и технического состояния парка эксплуатируемых машин и определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{q_n \cdot N}{R}, \quad (1)$$

где N – количество эксплуатируемых объектов,
 R – величина временного интервала, принятая при определении средневзвешенной вероятности отказа парка эксплуатируемых машин q_n .

Определение средневзвешенной вероятности отказа (СВО) парка эксплуатируемых объектов с заменами на определенном интервале n_i рассмотрено в работе [1]. Определяется СВО по формуле:

$$q_n = F_n - \sum_{i=1}^{n-1} q_i \cdot (F_n - F_{n-i}), \quad (2)$$

где F_n – вероятность отказа единичного объекта при наработке, равной сумме наработок первых n интервалов, определенная на основе закона распределения наработки до первого отказа без учета замен;

q_i – вероятность отказа на i интервале.

Проведенные на кафедре технологии металлов и ремонта с использованием ПЭВМ и оригинальных программ расчеты показывают, что средневзвешенная вероятность отказа системы машин стабилизируется в процессе эксплуатации и со временем принимает определенное значение, зависящее от принятой величины интервала. Установившееся значение q_n принимается в формуле (1) для определения параметра поступления заявок λ . В данном случае задача сводится к определению количества эксплуатируемых машин.

С использованием теории массового обслуживания систем открытого типа для решения задачи анализа функционирования предприятия технического сервиса определяются вероятность отказа заявок ($P_{\text{отк}}$) и математическое ожидание числа занятых постов $[M(K)]$.

$$P_{\text{отк}} = \frac{U^{n+m}}{n! \cdot n^m} \cdot P_0 \quad (3)$$

$$M(K) = \sum_{K=0}^n K \cdot \frac{U^K}{K!} P_0 + \sum_{K=n+1}^{n+m} n \cdot \frac{U^K}{n! \cdot n^{K-n}} \cdot P_0, \quad (4)$$

где n – число постов;

m – число мест очереди;

P_0 – вероятность полного простоя постов;

U – параметр загрузки предприятия.

$$U = \lambda \cdot T_{\text{ср}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{ср}}$ – средняя продолжительность выполнения одной заявки.

Вероятность полного простоя постов определяется по формуле:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{K=0}^n \frac{U^K}{K!} + \sum_{K=n+1}^{n+m} \frac{U^K}{n! \cdot n^{K-n}}}. \quad (6)$$

Вероятностные характеристики $P_{\text{отк}}$ и $M(K)$ позволяют решать задачу синтеза по определению оптимального числа постов (рабочих мест) для обслуживания заявок по восстановлению отказавших объектов. Оптимальное число постов определяется по минимальным стоимостным потерям от простоя постов и вследствие отказа от выполнения заявок (упущенная выгода) при недостаточном их количестве. Функция минимизации $[W(N_i)]$ имеет вид:

$$W(N_i) = C_1 \cdot \lambda \cdot P_{\text{отк}} + C_2 \cdot [N_i - M(K_i)], \quad (7)$$

где C_1 – средняя прибыль предприятия от выполнения одной заявки;

C_2 – экономические потери от простоя одного поста;

N_i – количество постов i -го вида.

Изложенная методика с применением параметра поступления заявок λ , определенного по формуле (1), позволяет рассчитать оптимальное число постов на предприятии технического сервиса по известной средней продолжительности выполнения одной заявки $T_{\text{ср}}$. В дальнейшем возникает задача распределения средней трудоемкости выполнения одной заявки по видам работ, так как при проектировании нового предприятия технического сервиса или реконструкции

действующего ПТС необходимо рассчитать технологические параметры по производственным участкам. Если реально выполняются только разборно-сборочные работы по ремонту объектов с использованием готовых запасных частей, по средней трудоемкости определяется количество рабочих мест по выполнению данного вида работ. Такая организация работ имеет место при техническом обслуживании и ремонте легковых автомобилей на СТОА.

При ремонте грузовых автомобилей и тракторной техники организация работ по восстановлению работоспособного состояния машин более сложная. В данном случае необходимы расчеты по определению объема трудозатрат для выполнения работ на специализированных производственных участках, в том числе на участке восстановления изношенных деталей.

Перечень видов работ при ремонте грузовых автомобилей специализированных машин определяется их типом и конструкцией, видом ремонта. Их реализация может осуществляться на предприятиях любой формы собственности. Для определения производственной программы ПТС любой формы собственности, т. е. количества рабочих мест на производственных участках, можно воспользоваться сложившимся в прежние годы соотношением объемов разных видов работ, отражающим объективный процесс ремонтного производства.

Для расчета оптимального количества рабочих мест на специализированных производственных участках ПТС необходимо знать среднюю трудоемкость выполнения одной заявки по данному виду работ ($t_{\text{ср}}^{\text{пр}}$). Она определяется по соотношению видов работ в общей трудоемкости ремонта машин по формуле:

$$t_{\text{ср}}^{\text{пр}} = \frac{T_{\text{ср}}}{\Pi} \cdot \Pi_{\text{пр}}, \quad (8)$$

где Π – сумма процентов выполняемых работ от общей трудоемкости ремонта машины;

$\Pi_{\text{пр}}$ – доля проектного вида работ в процентах от общей трудоемкости ремонта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Питухин А. В. Оценка среднего числа отказов и вероятности их появления для восстанавливаемых объектов на основе закона распределения наработки до первого отказа / А. В. Питухин, В. Н. Шиловский, Н. И. Серебрянский // Труды лесоинженерного факультета ПетрГУ. Вып. 3. Петрозаводск, 2001. С. 80-82.
2. Питухин А. В. Определение числа постов по ремонту агрегатов машин на предприятиях технического сервиса / А. В. Питухин, В. Н. Шиловский, Н. И. Серебрянский // Труды лесоинженерного факультета ПетрГУ. Вып. 4. Петрозаводск, 2003. С. 92-94.