

Рисунок 3 - Зависимость коэффициента трения от времени испытания пар трения в процессе приработки.

Результаты проведенных экспериментальных исследований позволяют сделать следующие основные выводы:

- нагрузка будет оказывать существенное влияние на качество и продолжительность приработки, что говорит о необходимости в дальнейших исследованиях рассмотреть влияние ступенчатого приложения нагрузки к паре трения в процессе приработки;

- сформировавшееся в результате приработки оптимальная шероховатость, как и другие параметры поверхностного слоя контактирующих деталей, будет зависеть от метода механической обработки поверхности, таким образом целесообразно на стадии изготовления технологически обеспечивать оптимальные параметры качества поверхностного слоя.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Машина для испытания материалов на трение и износ 2070 СМТ-1 / Техническое описание и инструкция по эксплуатации 2.779.013-01 ТО - М.: МЗИО, 1981. - 69 с.

2. Суслов, А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин / А.Г. Суслов – М.: Машиностроение, 2000. – 320 с.

УДК 629.3.082

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ЗОНЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Монтик С.В., Головченко Ю.А.

Брестский государственный технический университет

Брест, Республика Беларусь

При проектировании и реконструкции автотранспортных предприятий (АТП) возникает задача оптимизации средств обслуживания автомобилей, т. е. определение оптимального количества постов зон диагностирования, технического обслуживания (ТО), текущего ремонта (ТР) автомобилей по критерию минимальных суммарных затрат на содержание производственного подразде-

ления и потери прибыли от простоя автомобилей. Наиболее широко используемыми методами моделирования для оптимизации структуры средств обслуживания автомобилей являются теория массового обслуживания и имитационное моделирование.

Рассмотрим методику оптимизации структуры средств обслуживания автомобилей с использованием имитационного моделирования на примере оптимизации зоны первого технического обслуживания (ТО-1) АТП.

Первоначально для заданного количества автобусов был выполнен технологический расчет и определено требуемое количество постов ТО-1 по детерминированной типовой методике, изложенной в [1, 2]. Расчет проводился для 70 автобусов МАЗ-256, III категория условий эксплуатации, климатический район – умеренно теплый, пробег с начала эксплуатации в долях от пробега до капитального ремонта (ресурса) – до 0,25. Режим работы зоны ТО-1: 302 дня в году, 2 смены, длительность смены 6,7 часа, общее количество автобусов на АТП составляет 200 единиц. Также определялся такт поста, ритм производства и требуемое количество постов ТО-1 по методике, изложенной в [2]. Требуемое расчетное количество постов ТО-1 составило 1,36, а принятое количество постов ТО-1 – 2 поста.

Для имитационного моделирования процесса функционирования зоны ТО использовалась система имитационного моделирования GPSS World Student Version 5.2.2. При составлении имитационной модели процесса функционирования зоны ТО, она рассматривалась в виде замкнутой системы массового обслуживания СМО с простейшими потоками. Количество постов в зоне ТО-1 изменялось от одного до пяти.

В системе GPSS World зона ТО моделировалась с помощью одноканального устройства (Facility) в случае одного поста и многоканального устройства (Storage) в случае двух и более постов. Автомобили, требующие ТО, моделировались с помощью транзактов. Сбор статистической информации о времени простоя автомобилей из-за занятости постов ТО осуществлялся с помощью объекта очередь (Queue).

Для моделирования простейшего потока требований интервал времени между соседними событиями должен иметь показательное распределение, поэтому интервалы времени поступления автомобилей на ТО задавались по экспоненциальному закону с математическим ожиданием, равным ритму производства, а интервалы времени на обслуживание одного автомобиля – также по экспоненциальному закону с математическим ожиданием равным такту поста.

Процесс имитационного моделирования функционирования зоны ТО состоит из следующих этапов. В имитационной модели функционирования зоны ТО-1 первоначально задавалось количество автомобилей в АТП. Затем выполняется задержка автомобиля на время выполнения транспортной работы до следующего ТО. Интервалы времени поступления автомобилей на ТО-1 задавались по экспоненциальному закону и определялись исходя из количества дней, через которые автомобиль должен поступить на ТО-1, т. е. скорректированный пробег до ТО-1 делился на среднесуточный пробег, а затем полученное количе-

ство дней умножалось на время работы зоны ТО-1 в сутки. Далее автомобиль проходит ТО и возвращается к выполнению транспортной работы до следующего ТО. Цикл повторяется для каждого автомобиля в течение времени моделирования работы зоны ТО. Время моделирования равнялось времени работы зоны ТО в течение года.

Для зоны ТО с двумя постами количество годовых обслуживаний $N_{ТО1Г}$, полученное по результатам имитационного моделирования, наиболее близко к результатам, полученным по типовой методике, для которой $N_{ТО1Г}$ составляет 784 обслуживания. При количестве постов больше 3 значительно снижается коэффициент загрузки зоны ТО и среднее число занятых постов в зоне, при этом количество обслуживаний ТО-1 за год увеличивается незначительно по сравнению с зоной ТО с 3 постами.

По данным имитационного эксперимента возможно определить оптимальное количество постов зоны ТО по критерию минимальных суммарных затрат $Z_{СУМ}$ от простоя автомобилей в ожидании обслуживания и от простоя постов зоны ТО в ожидании автомобилей на обслуживание. Критерий оптимальности задавался в виде

$$Z_{СУМ.ЧАС} = n_{ПОСТ} \cdot T_{МОД} \cdot (1 - K_{ИСП}) \cdot C_{ПР.ПОСТ} + N_{ТО1Г} \cdot T_{СР.ОЧ} \cdot C_{ПР.АВТ}$$

где $n_{ПОСТ}$ – количество постов зоны ТО, ед.; $T_{МОД}$ – время моделирования, час (в рассматриваемом случае $T_{МОД} = 4046,8$ часа); $K_{ИСП}$ – коэффициент загрузки зоны ТО; $N_{ТО1Г}$ – количество выполненных технических обслуживаний за 1 год (время моделирования зоны ТО); $T_{СР.ОЧ}$ – среднее время нахождения автомобиля в очереди, час; $C_{ПР.ПОСТ}$, $C_{ПР.АВТ}$ – соответственно потери прибыли из-за простоя одного поста в ожидании поступления автомобиля на ТО и потери прибыли за один автомобиле-час из-за простоя в ожидании ТО, руб./час.

Наибольшую сложность при определении данного критерия представляет достоверное определение потерь прибыли из-за простоя одного поста, поэтому предварительно рассмотрим, как влияет отношение $C_{ПР.АВТ} / C_{ПР.ПОСТ}$ на суммарные затраты $Z_{СУМ.ЧАС}$ от простоя автомобилей в ожидании обслуживания и от простоя постов зоны ТО в ожидании автомобилей на обслуживание за один час работы зоны ТО. Суммарные затраты $Z_{СУМ.ЧАС}$ за один час работы зоны ТО определялись с помощью безразмерного критерия по формуле:

$$Z_{СУМ.ЧАС} = n_{ПОСТ} \cdot (1 - K_{ИСП}) + N_{ТО1Г} \cdot \frac{T_{СР.ОЧ}}{T_{МОД}} \cdot \frac{C_{ПР.АВТ}}{C_{ПР.ПОСТ}}$$

Результаты расчета представлены на рисунке 1. Как видно из рисунка 1, по мере роста отношения $C_{ПР.АВТ} / C_{ПР.ПОСТ}$ минимальные суммарные затраты $Z_{СУМ.ЧАС}$ за один час работы зоны ТО будут достигаться при большем количестве постов в зоне ТО. При отношении $C_{ПР.АВТ} / C_{ПР.ПОСТ}$ меньше 1 оптимальным является зона ТО с 3 постами, а при отношении $C_{ПР.АВТ} / C_{ПР.ПОСТ}$ равном или больше 1 – зона ТО с 4 постами.

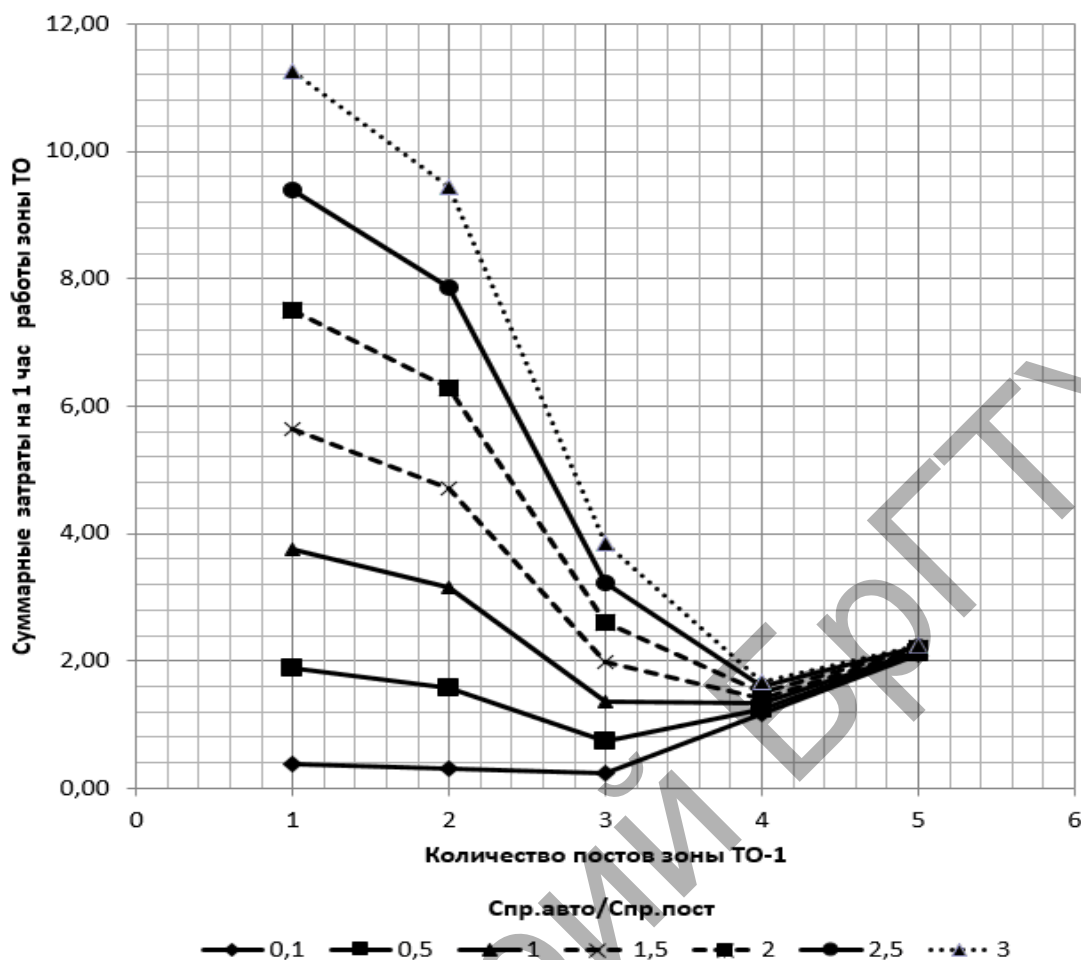


Рисунок 1 – Зависимость суммарных затрат $Z_{\text{СУМ.ЧАС}}$ от простоя автомобилей в ожидании обслуживания и от простоя постов зоны ТО в ожидании автомобилей на обслуживание за один час работы зоны ТО от отношения $C_{\text{ПР.АВТ}} / C_{\text{ПР.ПОСТ}}$ и количества постов ТО.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что для оптимизации средств обслуживания автомобилей, в частности, определения оптимального количества постов зоны ТО, необходимо достоверное определение потерь прибыли из-за простоя постов с учетом всех затрат. Так же представленная имитационная модель зоны ТО не учитывает тот факт, что постановка автомобилей на ТО осуществляется с помощью метода оперативного планирования ТО по календарному времени или по фактическому пробегу, что сокращает время ожидания прохождения ТО автомобилями.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ТКП 248-2010 (02190). Техническое обслуживание и ремонт автомобильных транспортных средств. Нормы и правила проведения. – Мн.: РУП «БелНИИТ «Транстехника»», 2010. – 44 с.
2. Проектирование предприятий автомобильного транспорта: Учебник / М. М. Болбас, Н. М. Капустин, А. С. Савич [и др.]; Под ред. М. М. Болбаса – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2004. – 528 с.