

**Рисунок 6 – Данные эксперимента в виде графика**

В ходе эксперимента были получены вибросигналы после различной величины пути резания. При первичном рассмотрении можно отметить, что с увеличением времени работы инструмента происходит изменение величины вибросигнала (на отрезке времени первичного и нормального износа), анализ которых будет проводиться на следующем этапе научно-исследовательской работы.

УДК 693.22.004.18

*Козловский Ю.В.*

*Научный руководитель: доцент, к.т.н. Монтик С.В.*

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ЗОНЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Одним из основных методов оптимизации структуры производственных подразделений АТП (полностью), т.е. определение оптимального количества постов зон ЕО, ТО, Д.ТР, является использование СМО и имитационного моделирования. Рассмотрим моделирование зоны ТО-1 грузовых автомобилей Маз 53371 с использованием имитационного моделирования.

Исходными данными для расчета являются: автомобили МАЗ 53371, эксплуатируемые в умеренно-теплом влажном климате. Выполняем корректировку нормативов периодичности ТО-1 и трудоемкости ТО-1. Требуемое количество постов ТО-1 в соответствии с типовой методикой технологического расчета составляет 0,61.

Далее создадим математическую модель зоны ТО-1 с использованием системы массового обслуживания (СМО) и системы GPSS World и выполним расчет ее параметров.

Определим основные элементы СМО при моделировании зоны ТО-1.

*Входящий поток* образуется автомобилями, требующими технического обслуживания ТО-1, и характеризуется интервалами времени поступления требований на обслуживание  $T_{то-то}$ , час. Автомобили моделируются транзактами.

Для моделирования простейшего потока требований интервал времени между соседними событиями должен иметь показательное распределение.

Интервалы времени поступления автомобилей на ТО определяются также по экспоненциальному закону. Математическое ожидание интервалов времени поступления ав-

томобилей на обслуживание  $T_{\text{ТО-ТО}}$  определяется исходя из количества дней, через которые автомобиль должен поступить на ТО-1, т.е. скорректированный пробег до ТО-1 делится на среднесуточный пробег автомобиля, а затем полученное количество дней умножается на время работы зоны ТО-1 в сутки. Время моделирования работы зоны ТО-1 составляло 2016 ч, что соответствовало времени работы зоны в течение одного года.

Обслуживающими аппаратами являются посты ТО-1, которые характеризуются количеством постов  $l$  и временем обслуживания одного требования, которое равно такту поста  $\tau_l$ , час. Зона ТО моделируется одноканальным устройством FACILITY (если один пост в зоне ТО) и многоканальным устройством STORAGE, для которого задают количество каналов обслуживания соответственно 2, 3 и 4 (по количеству постов зоны ТО).

Интервалы времени на обслуживание одного автомобиля задавались также по экспоненциальному закону с математическим ожиданием равным такту поста.

Очередь образуется автомобилями, требующими технического обслуживания, если все посты ТО-1 заняты и характеризуется средней и максимальной длиной очереди, средним временем нахождения требования в очереди. Очередь моделируется объектом QUEUE.

Выходящий поток образуется автомобилями, которые прошли техническое обслуживание (обслуженные требования).

Затем выполняем расчет показателей СМО для моделирования.

Определяем математическое ожидание (среднее значение) интервала времени работы зоны ТО-1, через которые автомобиль поступит на ТО-1 -  $T_{\text{ТО-ТО}}$ , час.

Для этого находим количество дней, через которые производится ТО-1 автомобиля

$$N_{\text{дней}} = L_{\text{ТО-1}} / L_{\text{СМ}} = 6400 / 160 = 40, \text{дней}.$$

При необходимости количество дней округляется до целых.

Математическое ожидание (среднее значение) интервала времени работы зоны ТО-1, через которые автомобиль поступит на ТО-1

$$T_{\text{ТО-ТО}} = N_{\text{дней}} \cdot T_{\text{СМ}} \cdot C = 40 \cdot 8 \cdot 1 = 320, \text{час}.$$

Принимаем время моделирования 1 год. Тогда время моделирования в часах определяется

$$T_{\text{мод}} = T_{\text{СМ}} \cdot C \cdot D_{\text{раб.г.}}$$

где длительность смены  $T_{\text{СМ}} = 8$  часов, количество смен  $C = 1$ , количество дней работы зоны ТО-1 в год  $N_{\text{дней}} = 252$  дня.

$$T_{\text{мод}} = 8 \cdot 1 \cdot 252 = 2016 \text{ ч.}$$

Составляем модели замкнутых СМО в системе GPSS World и моделирование.

Одноканальная СМО моделирует зону ТО-1 с одним постом. Зона ТО-1 моделируется одноканальным устройством FACILITY.

Многоканальная СМО моделирует зону ТО-1 с 2, 3, 4 постами. Зона ТО-1 моделируется многоканальным устройством STORAGE, для которого задают количество каналов обслуживания соответственно 2, 3 и 4.

В результате моделирования получены следующие зависимости: зависимость средней длины очереди от количества постов; зависимость среднего времени нахождения автомобиля в очереди  $T_{\text{ТО-ТО}}$  от количества постов зоны ТО-1; зависимость количества выполненных ТО за время моделирования  $N_{\text{ТОг}}$  от количества постов зоны ТО-1; зависимость коэффициента использования зоны ТО  $K_{\text{исп}}$  от количества постов зоны ТО-1  $n$ ; зависимость среднего числа занятых постов ТО от количества постов зоны ТО-1  $n$ .

```

*Моделирование зоны ТО-1 с помощью
*ДЕТДАННОЙ ЗАМКНУТОЙ СМО
*с простейшим потоком по ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОМУ ЗАКОМУ*
*****
INITIAL $AVT0,100 ;задание количества а/м = 100 ед.
INITIAL $XTIME DO TO,320 ;задание среднего времени через которое выполняется ТО-1 =320 ч.
INITIAL $SOBSL,1.81 ;задание среднего времени на выполнение ТО-1 =1.81ч.
INITIAL $XTIME MODEL,2016 ;задание времени моделирования работы зоны ТО-1 2016 ч.
*****
ЗОНА ТО STORAGE 2 ;СОЗДАНИЕ ЗОНЫ ТО С 2 ПОСТАМИ
INFORM TABLE ON TO,0,2,100 ;сбор статистических данных для таблиц INFORM о длине очереди ON TO
GENERATE ,, $AVT0 ;генерация транзактов, соответствующих количеству автомобилей
WORK ADVANCE (EXPONENTIAL(1,0,$XTIME DO TO)) ; ЗАДЕРЖКА ВРЕМЕНИ работы а/м ДО ТО-1 распределенного по экспоненциальному закону
QUEUE ON TO ; поступление а/м в ОЧЕРЕДЬ НА ПОСТ ТО (два очереди ON TO)
ENTER ЗОНА ТО ; ЗАХВАТ ЗОНЫ ТО А/М
DEPART ON TO ; ВЫХОД а/м ИЗ ОЧЕРЕДИ
ADVANCE (EXPONENTIAL(1,0,$SOBSL)) ; ЗАДЕРЖКА а/м НА ТО-1 распределенная по экспоненциальному закону
LEAVE ЗОНА ТО ; А/М ПОЖДАЕТ ЗОНУ ТО
TRANSFER ,WORK ; переход на блок с меткой Work
*****
GENERATE $XTIME MODEL ; задание времени моделирования зоны ТО - 1 год (252 дня*8ч=2016 ч)
TERMINATE 1 ;остановить моделирование
START 1 ;запуск процедуры моделирования
*****

```

Рисунок 1 – Программа в GPSS World

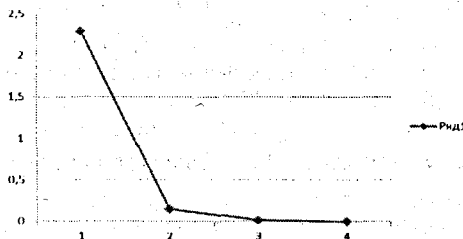


Рисунок 2 – Зависимость среднего времени нахождения автомобиля в очереди  $T_{то-то}$  от количества постов зоны ТО-1 n

Выполняем оптимизацию зоны ТО-1 по критерию минимальных суммарных затрат на содержание производственного подразделения и потери прибыли от простоя автомобиля в ожидании технического обслуживания, приходящихся на одно техническое воздействие. Суммарные затраты  $C_{\Sigma i}$  для i-го варианта зоны ТО-1 определяются:

$$C_{\Sigma i} = \frac{1}{12 \cdot N_{обсл i}} \cdot (C_{шт} + C_{эк} + E_{н} \cdot K_{ин});$$

где  $N_{обсл i}$  – количество обслуживаний за время моделирования,  $C_{шт}$  – затраты из-за простоя автомобилей в очереди на выполнение ТО-1,  $C_{эк}$  – затраты на содержание зоны ТО-1,  $E_{н}$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,  $K_{ин}$  – капитальные вложения в создание зоны ТО-1.

Как видно из рисунка 3, оптимальное количество постов первого технического обслуживания по критерию минимальных суммарных затрат на содержание производственно-

го подразделения и потери прибыли от простоя автомобиля в ожидании технического обслуживания, приходящиеся на одно техническое воздействие, будет равно трем, т.к. при этом обеспечиваются минимальные суммарные затраты  $C_{\Sigma}$ .

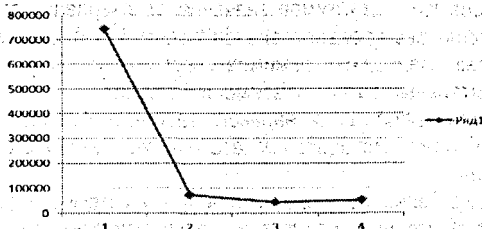


Рисунок 3 – Зависимость суммарных затрат, приходящихся на одно ТО, от количества постов ТО-1

Ввиду большого расхождения требуемого количества постов по типовой методике технологического расчета АТП от полученного, нужно использовать другой критерий оптимальности.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Научные исследования и решение инженерных задач: учебн. пособие / С.С. Кучур, М.М. Болбас, В.К. Ярошевич. – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2003.
2. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и дополненное / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов [и др.]. – М.: Наука, 2004. – 535 с.
3. Имитационное моделирование на GPSS: учеб.-метод. пособие для студентов технич. специальностей / Д.Н. Шевченко, И.Н. Кравченко; М-во образования РБ, Белорус. ГОС. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2007. – 97 с.

УДК 621.906-529

Линь Сень (КНР)

Научный руководитель: доцент Медведев О.А.

### МЕТОДИКА РАСЧЕТА УВОДА СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОТВЕРСТИЙ В НАКЛОННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

При врезании сверла в плоскость заготовки, расположенную к оси сверла под углом, не равным  $90^\circ$ , две главные режущие кромки сверла начинают срезать разные по толщине слои металла. Главная режущая кромка, обращенная к более высокой части плоскости, захватывает больший слой металла, чем противоположная главная режущая кромка. Глубина резания, для одной из главных режущих кромок, равна расстоянию от оси сверла до точки пересечения этой кромки с наклонной плоскостью заготовки. Самая большая разность глубин резания противоположных кромок возникает в тот момент, когда одна из кромок начинает контактировать с материалом заготовки по всей длине, как показано на рисунке. На рисунке приняты следующие обозначения:  $a$  – глубина резания для правой режущей кромки, равная радиусу сверла;  $e$  – глубина резания для левой режущей кромки;  $\alpha$  – угол между плоскостью заготовки и перпендикуляром к оси сверла;  $\varphi$  – главный угол в плане для главной режущей кромки сверла.

Разность глубин резания вызывает появление неуравновешенных радиальной и тангенциальной сил резания, которые вызывают изгиб сверла при его врезании в заготовку. В результате изгиба ось симметрии режущих кромок повернется относительно оси