

УДК 631.436

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ МТА

Вороновский И.Б., к.т.н.

e-mail: voronovsky@list.ru

Таврический государственный агротехнологический университет

Постановка проблемы. Мобильный машинно-тракторный агрегат (МТА) представляет собой систему, состоящую из ряда подсистем. К таким подсистемам относится топливная система дизельного двигателя, которая, в свою очередь, также, состоит из более мелких подсистем. Надежность МТА зависит от надежности каждой из подсистем, а также от способа их соединения в общую систему.

Постановка задания. В зависимости от условий эксплуатации МТА концентрация пыли в воздухе колеблется в широких пределах и в некоторых районах юга Украины достигает 5 г/м^3 . Это отрицательно влияет на работоспособность систем двигателя, в том числе на работоспособность топливной аппаратуры. При работе МТА при запыленности воздуха $1,1 \dots 2,5 \text{ г/м}^3$ содержание загрязняющих примесей в топливе к моменту его выработки в 2-3 раза больше, чем при заправке. Топливные фильтры тракторных дизелей не обеспечивают достаточной степени очистки топлива от механических примесей, которые затем проникают к прецизионным парам топливной аппаратуры [1, 3, 4].

Основные материалы исследования. По количеству и расположению средств очистки топливные системы дизелей с/х техники можно разделить на три группы: с последовательным расположением фильтрующих элементов, с параллельным расположением и комбинированным расположением.

Примем, что поток отказов фильтров простейший и время между отказами в этом потоке распределяется по показательному закону и определяется параметрами интенсивности отказов

$$\lambda = 1/t_0 \quad (1)$$

где t_0 – среднее время безотказной работы фильтра.

По стрелкам вправо систему из состояния в состоянии переводят отказы, а по стрелкам влево – ремонты с интенсивностью восстановления:

$$\mu = \frac{1}{t_p} \quad (2)$$

Применяя правило Колмогорова [5], запишем систему дифференциальных уравнений вероятностей состояний

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_0}{dt} &= -\lambda_{01} p_0 + \mu_{10} p_1 \\ \frac{dp_1}{dt} &= \lambda_{01} p_0 - \lambda_{12} p_1 + \mu_{12} p_2 - \mu_{10} p_1 \\ \frac{dp_2}{dt} &= \lambda_{12} p_1 - \mu_{21} p_2 - \lambda_{23} p_2 + \mu_{32} p_3 \\ \frac{dp_3}{dt} &= \lambda_{23} p_2 - \mu_{32} p_3 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Полагая левые части равными нулю, получим систему алгебраических уравнений предельных состояний. Используя нормировочное условие: $p_0 + p_1 + p_2 + p_3 = 1$, а также условие, что при $t = 0$, $p_0 = 1$, получим выражения для определения вероятности нахождения топливных систем в исправном состоянии

$$p_{0П} = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} + \frac{\lambda_{12} \lambda_{01}}{\mu_{21} \mu_{10}} + \frac{\lambda_{23} \lambda_{12} \lambda_{01}}{\mu_{32} \mu_{21} \mu_{10}}} \quad (4)$$

Применяя аналогичный математический аппарат, получим формулы для определения вероятностей состояний топливной системы с параллельным и комбинированным соединением фильтрующих элементов.

Выполним теоретический расчет вероятностей различных схем топливных систем по формулам (1...4) при единых начальных условиях: сроки замены фильтров один раз в сезон (шесть месяцев), т.е. $\lambda = 1/6$, при этом интенсивность воздействия на фильтры распределяется неравномерно. Для топливной системы с последовательным соединением фильтров тонкой очистки, фильтр грубой очистки подвергается максимальному воздействию загрязнения, т.е. $\lambda_{01} = 3/6$, а последующие два фильтра тонкой очистки с интенсивностью $\lambda_{12} = 2/6$, $\lambda_{23} = 1/6$.

Интенсивность восстановления распределяется аналогично: $\mu_{32} = 1/1 = 1$; $\mu_{21} = 2/1 = 2$; $\mu_{10} = 3/1 = 3$, из расчета, что время на замену одного фильтра составляет один час.

Выводы. 1. Увеличение количества фильтров тонкой очистки и включение их в схему топливоподачи параллельно, не увеличивает вероятности исправного состояния системы, такой путь является малоэффективным.

2. Максимальную вероятность отказа из всех фильтров имеет фильтр грубой очистки, особенно при параллельном соединении фильтров тонкой очистки ($p_1 = 0,175$), а затем, на порядок меньше, фильтры тонкой очистки.

Исходя из полученных теоретических данных следует, что наиболее эффективной системой соединения фильтров следует считать последовательное соединение, состоящее из фильтра грубой очистки и двух фильтров тонкой очистки.