

$CO = 1,5674\%$  (1,7%),  $C_m H_n = 127,32 \text{ млн}^{-1}$  ( $110 \text{ млн}^{-1}$ ),  $NO_x = 875,22 \text{ млн}^{-1}$  ( $950 \text{ млн}^{-1}$ ).

Поскольку значение коэффициента для каждого фактора соответствует степени влияния данного фактора на значение функции отклика, из анализа моделей (3) можно сделать некоторые выводы. На мощность двигателя оказывают влияние все взятые в качестве факторов неисправности. Наиболее существенный вклад вносит угол опережения зажигания. Значительную роль играет и взаимодействие факторов  $X_1$  и  $X_2$ ,  $X_1$  и  $X_3$ ,  $X_4$  и  $X_5$ . Часовой расход топлива также практически зависит от всех рассматриваемых факторов, причем в наибольшей степени от коэффициента избытка воздуха, а в наименьшей — от угла опережения зажигания. При этом важную роль играет взаимодействие практически всех факторов. Содержание окиси углерода на этом режиме зависит только от коэффициента избытка воздуха и угла опережения зажигания, причем влияние последнего значительно меньше. На выбросы углеводородов значительное влияние оказывает угол замкнутого состояния прерывателя-распределителя. В этом случае значительную роль играет взаимодействие факторов  $X_1$  и  $X_2$ ,  $X_2$  и  $X_3$ ,  $X_2$  и  $X_4$ .

Содержание окислов азота практически зависит только от первых трех факторов.

Полученные модели позволяют определить значения выходных параметров двигателя при отклонениях параметров его технического состояния от нормы в пределах, ограниченных условиями эксперимента. Они могут быть использованы при разработке методики диагностирования двигателей ГБА с использованием состава ОГ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болбас И.И. и др. Зависимость энергетических, экономических и экологических показателей работы двигателя ЗИЛ-138А от его регулировочных параметров // Конструирование и эксплуатация автомобилей и тракторов. Мн., 1989. Вып. 4. 2. Крассовский Г.И., Филаретов Г.Ф. Планирование эксперимента. Мн., 1982.

УДК 629.113.004

В.С. АПАНАСЕНКО, канд. техн. наук,  
А.С. САВИЧ (БПИ)

### ОПТИМИЗАЦИЯ МОЩНОСТИ АВТОРЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Важнейшим условием для повышения надежности и технического ресурса продукции авторемонтного производства является совершенствование его организации, переход на фирменный ремонт при узкой агрегатно-узловой специализации, приведение в действие многочисленных экономических рычагов повышения качества ремонта.

Потенциальные экономические возможности капитального ремонта авто-

мобильной техники наиболее полно реализуются на крупных хорошо оснащенных заводах. В условиях крупносерийного авторемонтного производства может быть наиболее полно осуществлен принцип преемственности технологии автомобилестроения и авторемонтного производства. Расчеты показывают, что при повышении концентрации производства по ремонту силовых и ходовых агрегатов до 80–100 тыс. капитальных ремонтов в год себестоимость ремонта может быть снижена на 25 %. Однако с увеличением программы авторемонтного предприятия возрастают затраты на транспортирование объектов ремонта.

Технико-экономическая эффективность ремонта автомобилей и их составных частей может быть достигнута в результате совершенствования методов проектирования и разработки оптимальной сети авторемонтных предприятий с учетом схемы развития ремонтной базы на перспективу. Решение поставленной задачи требует оптимизации мощности авторемонтных заводов. Критерием оптимальности является минимум приведенных затрат на единицу продукции, т.е. затрат на ремонт и транспортирование объекта ремонта на завод и обратно.

Определение оптимальной мощности авторемонтного завода может производиться по стоимостным показателям или природосберегающим принципам.

Расчет ведется с использованием корреляционных формул, полученных на основании обработки статистических данных о производственно-хозяйственной деятельности существующих авторемонтных предприятий и действующих нормативов. Установлено, что трудоемкость капитального ремонта автомобилей и их агрегатов, стоимость ремонта, а также энергозатраты на ремонт (по количеству условного топлива) имеют достаточно высокую корреляционную связь с массой ремонтируемых изделий и годовой производственной программой.

В результате выполненных предварительных расчетов получена целевая функция стоимости ремонта одного объекта, которая выражается зависимостью

$$C_p = B_2 G^D D_1 N^{-D_4} + 2,13 G_3 S_{\Pi} K_1 \sqrt{N}, \quad (1)$$

где  $B_2$ ,  $D_1$  и  $D_4$  — показатели, зависящие от типа ремонтируемого объекта (приведены в табл. 1);  $G$  — масса ремонтируемого объекта, т;  $N$  — годовая программа, тыс. единиц;  $G_3$  — масса транспортируемого объекта, т;  $S_{\Pi}$  — себестоимость перевозок объектов ремонта, р/т · км;  $K_1$  — условная величина;  $K_1 = \sqrt{319/P_1}$ ;  $P_1$  — количество капитальных ремонтов на 1 км<sup>2</sup> территории.

При проектировании заводов по ремонту агрегатов (двигателей, силовых и ходовых агрегатов, комплектов агрегатов)  $P_1$  определяется по выражению

$$P_1 = A_F L_r \left[ \frac{1}{L_{ар} (0,8 + 0,1 \frac{L_{ар}}{L_a})} - \frac{1}{1,8 L_a K_{ам}} \right],$$

Табл. 1. Значения числовых коэффициентов в расчетных формулах

Ремонтируемые объекты	$A$	$A_1$	$A_3$	$B_2$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$
Полнокомплектные грузовые автомобили	69	1,31	1190	234	0,791	0,13	0,168	0,054	0,55
Грузовые автомобили на базе готовых агрегатов:									
силовых	57,7	1,30	965	189	0,748	0,135	0,168	0,054	0,55
ходовых	60,8	1,30	910	204	0,808	0,135	0,168	0,054	0,55
комплектов	46,5	1,27	610	157	0,774	0,13	0,168	0,054	0,55
Автобусы на базе готовых агрегатов	138,5	1,165	1050	392	0,933	0,0976	0,105	0,034	0,55
Полнокомплектные легковые автомобили	264	1,016	1110	820	0,463	0,044	0,095	0,031	0,55
Силовые агрегаты	102	1,075	1480	302	0,716	0,0847	0,135	0,082	0,19
Двигатели	96	1,075	1420	288	0,712	0,0847	0,135	0,082	0,19
Агрегаты ходовой части (за исключением силового агрегата)	48,6	1,075	630	145	0,423	0,0847	0,135	0,082	0,24
Комплекты всех агрегатов	93,5	1,075	1250	280	0,58	0,0847	0,135	0,082	0,19

где  $A_F$  — плотность автомобилей на  $1 \text{ км}^2$  территории в заданном регионе;  $L_r$  — годовой пробег автомобиля, тыс. км;  $L_a$  — скорректированный пробег автомобиля до капитального ремонта, тыс. км;  $L_{ar}$  — скорректированный пробег агрегата до капитального ремонта, тыс. км;  $K_{ам}$  — коэффициент отклонения от установленной нормы амортизационного пробега.

Корректирование нормативных пробегов автомобиля или агрегата производится в зависимости от дорожных, климатических условий и модификации подвижного состава.

При проектировании заводов по ремонту грузовых и легковых автомобилей или автобусов (как полнокомплектных, так и на базе готовых агрегатов)

$$P_1 = A_F L_r \left( \frac{1}{0,9 L_a} - \frac{1}{1,8 L_a K_{ам}} \right).$$

В формуле (1) первое слагаемое выражает стоимость ремонта (без учета стоимости запасных частей, так как она не зависит от программы завода  $N$ ), которая уменьшается с увеличением программы  $N$ . Второе слагаемое представляет транспортные затраты на перевозку объектов ремонта, которые возрастают с увеличением  $N$ . Решение задачи заключается в определении программы  $N_{опт}$ .

Однако наиболее полный учет факторов, влияющих на стоимость ремонта, имеет место при определении затрат на социальную сферу, которые в расчете на один ремонтируемый объект составляют

$$C'_p = (G_2 N^{-D_3} + K_2 K_1 \sqrt{N}) D,$$

где  $G_2$  – условная величина:  $G_2 = AA_1 G^{D_1 - D_2}$ ;  $K_2 = 0,0156IG_3$ ;  $I$  – коэффициент, при перевозке объектов ремонта автомобильным транспортом  $I = 1$ , железнодорожным транспортом  $I = 0,01$ ;  $D$  – затраты на социальную сферу за 1 ч работы ( $D = 0,425$  р.).

Полная стоимость объекта ремонта с учетом затрат на социальную сферу

$$C_o = C_p + C'_p$$

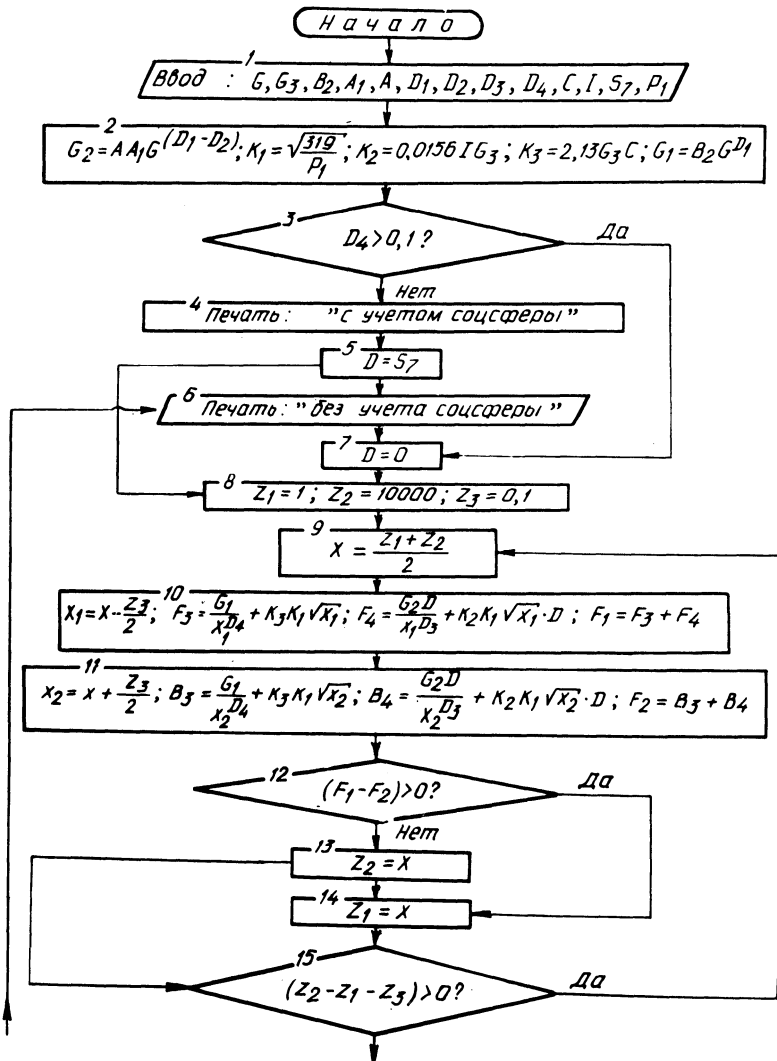


Рис.1 (начало)

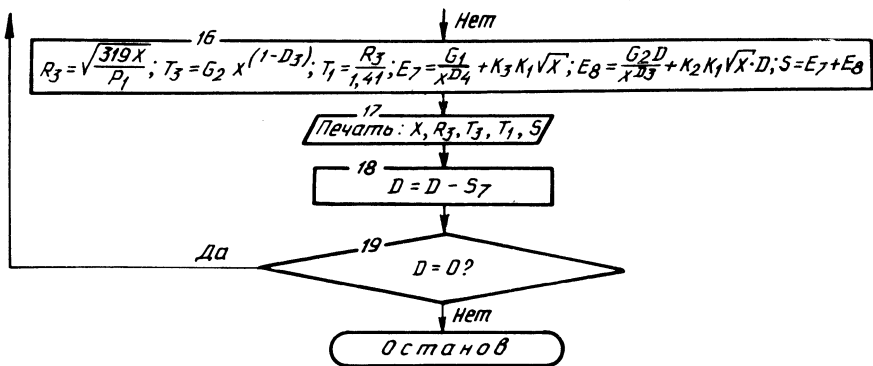


Рис. 1. Схема алгоритма расчета оптимальной мощности авторемонтного завода

При определении оптимальной мощности ремонтного предприятия по природосберегающим принципам целевая функция затрат на ремонт объекта в энергетическом выражении определяется зависимостью

$$C_Q = A_3 G^D N^{-D} S + 2,13 G_3 Q'_T K_1 \sqrt{N}, \quad (2)$$

где  $A_3$ ,  $D_5$  — показатели, зависящие от типа ремонтируемого объекта (см. табл. 1);  $Q'_T$  — расход условного топлива для перевозки ремонтного фонда массой в 1 т на расстояние 1 км.

При перевозке объектов ремонта автомобильным транспортом  $Q'_T = 0,374$  кг/т · км, железнодорожным транспортом  $Q'_T = 0,0625$  кг/т · км.

Зависимость (2) по своему характеру идентична зависимости (1).

Определение оптимальной программы ремонтного предприятия производится на ЭВМ методом половинного деления переменной величины  $Z$ . Схема алгоритма расчета оптимальной мощности авторемонтного завода приведена на рис. 1.

Таким образом, изложенная методика и разработанная программа расчета на ЭВМ позволяют определить оптимальную мощность авторемонтного предприятия  $X$ , радиус обслуживаемой зоны  $R_3$ , годовую трудоемкость  $T_3$ ; среднее расстояние транспортирования  $T_1$ , затраты  $S$  (р. или кг) условного топлива на один капитальный ремонт объекта.