

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ

УДК 621.86. 621. 629.3; 669.54. 793

### Тойгамбаев С. К., Омаров Т.С., Абенов А.Т. Методика технико-экономической оценки конструкторской разработки стенда для испытания форсунок системы CR

Methodology of technical and economic evaluation of the design development of a stand for testing injectors of the CR system

**Тойгамбаев С. К.**

д.т.н., профессор кафедры технической сервис машин и оборудования. Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

**Омаров Т.С.**

аспирант кафедры технической сервис машин и оборудования. Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

**Абенов А.Т.**

аспирант кафедры технической сервис машин и оборудования. Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

Toygambayev S.K.

The scientific supervisor is, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment. K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow, Russia.

Omarov T.S.

postgraduate student of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment. K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow, Russia.

Abenov A.T.

postgraduate student of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment. K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow, Russia.

**Аннотация.** В данной статье предложена методика расчёта экономической эффективности от применения разработанной конструкции стенда для испытания форсунок системы CR. Технико-экономическая оценка конструкторской разработки предполагает определение затрат на изготовление, сравнения технических решений и расчет основных технико-экономических показателей.

**Ключевые слова:** экономическая эффективность; форсунка; срок окупаемости; капитальные вложения; стоимость.

**Abstract.** This article proposes a method for calculating the economic efficiency from the use of the developed design of the stand for testing the nozzles of the CR system. The technical and economic assessment of the design development involves determining the costs of manufacturing, comparing technical solutions and calculating the main technical and economic indicators.

**Keywords:** economic efficiency; nozzle; payback period; capital investments; cost.

Рецензент: Булгакова Ирина Николаевна - Доктор экономических наук, доцент. Доцент кафедры системного анализа и управления  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Для определения технико-экономических показателей применения нового стенда для испытаний форсунок системы CR рассчитаем затраты на изготовление данного стенда, годовой экономический эффект за счет применения предлагаемого стенда вместо оборудования фирмы Bosch, срок окупаемости капитальных вложений. Экономический эффект от использования разрабатываемых стендов достигается за счет снижения себестоимости его изготовления. Предлагаемая методика расчета проводится в сравнении с имеющимся оборудованием фирмы Bosch для испытания форсунок.

*Расчет затрат на изготовление установки.* Затраты на изготовление конструкции стенда для испытания форсунок определяем по формуле:

$$C_{кон} = C_{кд} + C_{од} + C_{пд} + C_{оп} + C_{зп.сб.}, \quad (1)$$

где  $C_{кд}$  – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;  $C_{од}$  – стоимость изготовления оригинальных деталей, руб.;  $C_{пд}$  – стоимость покупных деталей, руб.;  $C_{оп}$  – общепроизводственные расходы, руб.;  $C_{зп.сб.}$  – заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.

Стоимость изготовления корпусных и оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{кд} = C_{од} = C_{зп.из.} + C_M, \quad (2)$$

где  $C_{зп.из.}$  – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб.;  $C_M$  – стоимость материала заготовок для изготовления деталей, руб.

Стоимость материалов заготовок определяем по формуле:

$$C_M = \sum_i^n C_i \cdot Q_i, \quad (3)$$

где  $C_i$  – цена килограмма  $i$ -го материала заготовки, руб.;  $Q_i$  – цена  $i$ -ой заготовки, кг.

Величину заработной платы производственных рабочих, занятых на изготовлении деталей, определим по формуле:

$$C_{зп.из.} = C_{ос} + C_d + C_{соц}, \quad (4)$$

где  $C_{ос}$  – основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих, руб.;  $C_d$  – дополнительная заработная плата производственных рабочих, руб.;  $C_{соц}$  – отчисления в фонд социального страхования, руб.

Основную заработную плату производственных рабочих определяем по формуле:

$$C_{ос} = T_{ср} \cdot C_ч \cdot K_d, \quad (5)$$

где  $T_{ср}$  – средняя трудоёмкость изготовления деталей, чел-ч.;  $C_ч$  – часовая

тарифная ставка рабочих соответствующих разрядов на выполнение операций изготовления деталей, руб.;  $K_d$  – коэффициент, учитывающий дополнительную выплату к основной зарплате,  $K_d = 1,2$ .

Дополнительную заработную плату определяем по формуле:

$$C_d = (20\%) \frac{C_{oc}}{100}, \quad (6)$$

Начисления по обязательным страховым взносам определяем по формуле:

$$C_{стр} = R_{стр} \cdot (C_{пр} + C_d) / 100, \quad (7)$$

где  $R_{стр}$  – обязательный страховой взнос,  $R_{соц} = 30\%$

Стоимость материала для изготовления топливного аккумулятора (цена 1 кг материала заготовки из стали 8X13, руб/кг,  $Q_{заг} = 1,46$  кг) определяется по формуле:

$$C_m = C_{ц.м.} \cdot Q_{заг}, \quad (8)$$

где  $Q_{заг}$  – масса заготовки, кг.  $C_{ц.м.}$  – цена 1 кг материала заготовки из стали 8X13, руб.

Цены покупных изделий берутся по прейскуранту, к которым относятся: регулятор давления, электронный датчик давления Bosch, ТНВД DENSO, электродвигатель, электронный блок управления, провода с клеммами и электрическим разъемом, а также стандартные изделия; болты, винты, шайбы, гайки.

Полную заработную плату производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, определяем по формуле:

$$C_{сб.н.} = C_{сб.} + C_{д.сб.} + C_{стр.}, \quad (9)$$

где  $C_{сб}$  и  $C_{д.сб}$  – основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих на сборке, руб.;  $C_{стр}$  – обязательный страховой взнос, руб.

Основную заработную плату рабочих, занятых на сборке станда, определяем по формуле:

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot C_{ч} \cdot k_d, \quad (10)$$

где  $T_{сб}$  – нормативная трудоёмкость сборки, чел-ч.

Нормативную трудоёмкость рассчитаем по формуле:

$$T_{сб} = k_c \cdot \sum t_{сб}, \quad (11)$$

где  $k_c$  – коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки, равный 1,08;  $\sum t_{сб}$  – суммарная трудоёмкость сборки составных частей конструкции, чел.-ч.

Дополнительную заработную плату находим по формуле:

$$C_{д.сб} = (20\%) \cdot C_{сб} / 100, \quad (12)$$

Обязательный страховой взнос рассчитаем по формуле:

$$C_{сб} = R_{соц} \cdot (C_{сб} + C_{д.сб}) / 100, \quad (13)$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление определяем по формуле:

$$C_{он} = \frac{C'_{пр} \cdot R_{он}}{100} \quad (14)$$

где  $C'_{пр}$  – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении установки, руб.;  $R_{он}$  – процент общепроизводственных расходов, равный 15%.

$$C'_{пр} = C_{ос} + C_{сб}, \quad (15)$$

Тогда затраты на изготовление конструкции (себестоимость стенда) по формуле составят:

$$C_{ц.кон} = C_{кд} + C_{п.и} + C_{д.сб} + C_{он} \quad (16)$$

где:  $C_{п.и}$  – цена покупных изделия, руб.;  $C_{д.сб}$  – дополнительная заработная плата, руб.;  $C_{он}$  – основная заработная плата рабочих.

Так как в данном случае по проектируемому варианту достигается снижение себестоимости оборудования, влияющее на объем капитальных вложений, то годовая экономия увеличивается на величину дополнительного дохода, получаемого за счет разности себестоимости одного испытания форсунки CR с использованием базового приспособления фирмы Bosch и предлагаемого.

Годовой экономический эффект определяется как разность приведенных затрат по сравниваемым вариантам.

*Расчет приведенных затрат для проектируемой установки.* Приведенные затраты определяются по формуле:

$$Пз = C + Q_{дет.} \cdot K, \quad (17)$$

где  $C$  – себестоимость проверочных работ за год, руб.;  $K$  – объем капитальных вложений, руб.  $Q_{дет.}$  – масса детали, кг.

Годовая себестоимость работ по диагностированию определяется по выражению:

$$C = C_{зп} + C_A + C_p + C_э, \quad (18)$$

где  $C_{зп}$  – расходы на оплату труда мастера-регулировщика, руб.;  $C_A$  – отчисления на амортизацию, от стоимости приспособления, %;  $C_p$  – отчисления на ремонт устройства, от стоимости приспособления, %;  $C_э$  – затраты на потребляемую электроэнергию, руб.

Годовые затраты на оплату труда определяются по выражению:

$$C_{пр} = T_d \cdot C_ч \cdot K_t \cdot N_r, \quad (19)$$

где  $T_d$  – средняя трудоемкость одного испытания форсунки CR, чел.-ч.;  $C_ч$  – часовая ставка рабочего по среднему разряду, руб./час;  $K_t$  – коэффициент,

учитывающий надбавку к основной зарплате;  $N_r$  – количество обслуживаний за год.

Средняя трудоемкость одного диагностирования с использованием предлагаемой установки равна:  $T_d = 0,38$  чел-ч. Число рабочих дней в году при шестидневной рабочей неделе – 305, в среднем принимаем, что в день обслуживаний форсунок системы CR будет одна, тогда подставляя значения в выражение получаем:  $N_2 = 1 \cdot 305 = 305$  обслуживаний в год, тогда:

Затраты на потребляемую электроэнергию в расчет не принимаются вследствие их сравнительно малой величины. Объем капитальных вложений определяется по выражению:

$$K = C_{об} + C_{тп} + C_m, \quad (20)$$

где  $C_{об}$  – общая стоимость оборудования, руб.;  $C_{тп}$  – торгово-транспортные и складские расходы, руб.;  $C_m$  – затраты на монтаж оборудования, руб.

В данном случае объем капитальных вложений равен общей стоимости оборудования  $K = C_{об}$ , руб. Используя следующее выражение найдем приведенные затраты:

$$Пз = C + Q_{дет.} \cdot C_{об.} \text{ руб.} \quad (21)$$

*Расчет приведенных затрат для базового варианта фирмы Bosch.* Расчет целесообразно вести по стенду для проверки форсунок Bosch EPS 200. Средняя трудоемкость одного диагностирования с использованием данного стенда фирмы Bosch составляет 0,25 чел-ч. Таким образом, снижение себестоимости одного испытания форсунки CR можно определить используя выражение:

$$\Delta C = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \% , \quad (22)$$

Подставляя числовые значения, определяем приведенные затраты:

$$Пз = C + T_{ср.} \cdot C_{ст.} \text{ , руб.} \quad (23)$$

*Определение годовой экономии приведенных затрат:* Годовая экономия приведенных затрат определяется по выражению:

$$\Sigma C = Пз_1 - Пз_2, \quad (24)$$

где  $Пз_1$  – приведенные затраты при использовании базового варианта фирмы Bosch, руб.;  $Пз_2$  – приведенные затраты при использовании предлагаемой установки, руб.

Срок окупаемости проекта (в годах) определяется по выражению:

$$T = \frac{K}{\Sigma C} \quad (25)$$

где  $K$  – капитальные вложения, руб.

Определяем фактический коэффициент эффективности капиталовложений по

формуле:

$$E_{\phi} = \frac{1}{T}, \quad (26)$$

В последующем все данные расчетов, для наглядности можно свести в одну таблицу.

### Вывод:

Предлагаемая методика расчета показывает, что в данном случае по расчетному варианту достигается снижение себестоимости оборудования, годовая экономия увеличивается на величину дополнительного дохода, получаемого за счет разности себестоимости одного испытания форсунки CR с использованием базового приспособления фирмы Bosch и предлагаемого.

### Библиографический список

1. Андреев А.А., Апатенко А.С., Улюкина Е.А., Гусев С.С. Самоочищающийся фильтр./ Патент на полезную модель 205889 U1, 11.08.2021. Заявка № 2021113888 от 17.05.2021.
2. Дидманидзе О.Н., Чепурин А.В., Карев А.М., Кушнарев С.Л. Надежность технических систем./ Учебное пособие. (2-е издание, переработанное и дополненное) ООО «Триада». Москва, 2016. С. 232.
3. Тойгамбаев С.К., Бондарева Г.И., Евграфов В.А. Организация и расчет участка технического обслуживания и ремонта машин./ Сельский механизатор. 2020. № 12. С. 44-45.
4. Karpuzov V., Golinitkiy P., Cherkasova E., Antonova U., Toygambaev S. Development of knowledge management process at the enterprise of technical service of the agro-industrial complex. В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. С. 12031.
5. Тойгамбаев С.К., Дидманидзе О.Н. Определение трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта грузовых автомобилей./ International Journal of Professional Science. 2021. № 1. С. 65-73.
6. Тойгамбаев С.К., Слепцов О.Н. Математическое моделирование испытания топливных насосов низкого давления топливной системы дизеля. / В сборнике: ЛОГИСТИКА, ТРАНСПОРТ, ЭКОЛОГИЯ - 2017. Материалы международной научно-практической конференции. 2017. С. 83-94.
7. Орлов Б.Н., Карапетян М.А., Абдулмажидов Х.А. Исследования рабочих органов элементов машин и технологического оборудования. /Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 2. С. 36-38.
8. Улюкина Е.А., Апатенко А.С., Гусев С.С., Андреев А.А.. Эксплуатационные материалы./ Практикум. Москва, 2022. 188с.