

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОДЕРНИЗАЦИИ ОБКАТОЧНОГО СТЕНДА

Андрюш В.Г.

*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Андрюш Т.И.

*АСБ «Беларусбанк», г. Минск, Республика Беларусь*

Целью работы является расчет взаимосвязанных технико-экономических показателей и определение целесообразности инвестиций в разработку нового устройства управления обкаточным стендом.

Стоимостные показатели приведены в ценах по состоянию на 1 ноября 2008 г. Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета экономической эффективности разработки нового устройства управления обкаткой двигателя ЯМЗ-236

Наименование показателей	Ед. изм.	Обозначения	Базовый вариант (1)	Проектир. вариант (2)
Время подготовки и обкатки одного двигателя ЯМЗ-236				
В том числе:	час	$t$	2,98	2,75
холодная приработка	час	$t_x$	0,85	0,71
горячая приработка без нагрузки	час	$t_{гбн}$	0,17	0,15
горячая приработка под нагрузкой	час	$t_{гпн}$	0,58	0,49
Коэффициент сменности	-	$k_{см}$	1,0	1,0
Расход на обкатку 1 двигателя:				
- дизтоплива	литр	$D_T$	22,5	19,1
- масло М10В <sub>2</sub>	литр	$M$	2,9	2,5
Переводной коэффициент перевода из литров в кг:				
- дизтоплива	-	$K_{ПД}$	0,84	0,84
- масла	-	$K_{ПМ}$	0,86	0,86
Установленная мощность токоприемников	кВт	$N$	160,0	160,5
Дополнительные капитальные вложения	тыс. руб.	$\Delta K$	-	6800

Проектом предусматривается применение нового устройства управления стендом для обкатки дизелей с контролем их технического состояния по мощности механических потерь.

За базовый вариант принимаем широко применяемый в ремонтном производстве обкаточный стенд КИ-5274 ГОСНИТИ.

Реализация устройства управления стендом для обкатки двигателя внутреннего сгорания с контролем их технического состояния по мощности механических потерь с учетом температуры масла и скорости изменения режимов нагрузки позволяет автоматизировать

процесс и сократить среднюю длительность обкатки двигателей на 15%, сэкономив топливно-энергетические ресурсы и уменьшив загрязнение окружающей среды.

Все показатели рассчитываются для двух вариантов – базового и проектируемого. При этом базовому варианту присваивается индекс 1, проектируемому – индекс 2.

Годовая производственная программа ( $V$ ), штук определяется по формуле:

$$V = (t_{см} \times k_{см} / t) \times T_{год}, \quad (1)$$

где  $t_{см}$  – рабочее время смены, час (8);

$k_{см}$  – коэффициент использования рабочего времени смены ( $K_{см} = 1,0$ );

$T_{год}$  – число рабочих дней в году (265).

Годовая производственная программа зависит от времени подготовки и обкатки одного двигателя (включая холодную приработку, горячую приработку без нагрузки, горячую приработку под нагрузкой).

Затраты труда рабочих ( $ЗТ$ ), ч, определяем из выражения:

$$ЗТ = \frac{n_p t}{k_{см}}, \quad (2)$$

где  $n_p$  – число рабочих, чел ( $n_p = 1,0$ );  $t$  – время подготовки и обкатки одного двигателя, ч.

Производительность труда ( $ПТ$ ), шт/ч, находим из отношения:

$$ПТ = \frac{V}{ЗТ}, \quad (3)$$

где  $V$  – годовая производственная программа, шт.

Прирост производительности труда, %:

$$\Delta ПТ = \frac{ПТ_1 - ПТ_2}{ПТ_1} \cdot 100. \quad (4)$$

Расход дизтоплива ( $B_{д}$ ), кг, определяется по формуле [2, с.42]:

$$B_{д} = b_{д} \times V, \quad (5)$$

где  $b_{д}$  – расход дизтоплива топлива на обкатку одного двигателя, кг.

Расход масла ( $B_{м}$ ), кг, определяется по формуле:

$$B_{м} = b_{м} \times V, \quad (6)$$

где  $b_{м}$  – расход масла на обкатку одного двигателя, кг.

Расход электроэнергии ( $W$ ), кВт·ч:

$$W = W_{уд} V, \quad (7)$$

где  $W_{уд}$  – расход электроэнергии на обкатку одного двигателя, кВт·ч.

В свою очередь

$$W_{уд} = N \times (t_x + t_{гпн}), \quad (8)$$

где  $N$  – установленная мощность токоприемников обкаточного стенда, кВт.

Годовая экономия электроэнергии, кВт·ч:

$$\Delta Э = (Э_1 - Э_2) \times k_p, \quad (9)$$

где  $Э_1$ ,  $Э_2$  – затраты на электроэнергию по вариантам, кВт·ч;  $k_p$  – коэффициента рекуперации,  $k_p = 0,5$  [1, с.65].

Годовая экономия дизтоплива:

$$\Delta Д = (b_{д1} - b_{д2}) \times K_{ПД} \times V_2. \quad (10)$$

К стоимостным показателям, которые служат основой для расчета эффективности модернизации обкаточного стенда, относятся капиталовложения, текущие издержки, прирост прибыли и доход от инвестиций.

При расчете капиталовложений ( $K$ ) учтена стоимость устройства управления стендом для обкатки дизелей с контролем их технического состояния по мощности механических потерь, затраты на монтаж и транспортные расходы.

Текущие издержки по вариантам ( $C_1$  и  $C_2$ ), связанные с эксплуатацией обкаточного стенда, определяются как сумма элементов затрат из выражений:

в базовом варианте:

$$C_1 = Z_1 + O_{C1} + T_1 + \mathcal{E}_1, \quad (11)$$

в проектируемом варианте:

$$C_2 = Z_2 + O_{C2} + A + P + T_2 + \mathcal{E}_2, \quad (12)$$

где  $Z$  – заработная плата слесаря - испытателя, тыс. руб.;  $O_C$  – отчисления на социальные нужды, тыс. руб.;  $A$  – амортизационные отчисления по оборудованию устройства управления стендом для обкатки дизелей с контролем их технического состояния, тыс. руб.;  $P$  – затраты на ремонт и техническое обслуживание, тыс. руб.;  $T$  – затраты на топливо, тыс. руб.;  $\mathcal{E}$  – затраты на электроэнергию, тыс. руб.

Расходы на оплату труда слесаря-испытателя ( $Z$ ) определяются по формуле [1, с. 604]:

$$Z = C_T ZT k_3, \quad (13)$$

где  $C_T$  – часовая тарифная ставка, тыс. руб. ( $C_{T1} = C_{T2} = 3,527$  тыс. руб. в час для слесаря – испытателя 5-го разряда);  $ZT$  – затраты труда, ч;  $k_3$  – коэффициент, учитывающий надбавки к тарифу ( $k_3 = 1,8$ ).

Отчисления на социальные нужды ( $O_C$ ), тыс. руб.:

$$O_C = Z \frac{\alpha_o}{100}, \quad (14)$$

где  $\alpha_o$  – процент отчислений на социальные нужды, равный 36 %.

Амортизационные отчисления ( $A$ ), тыс. руб. определяются по формуле:

$$A = \frac{a}{100} \Delta K, \quad (15)$$

где  $a$  – годовая норма амортизационных отчислений для стенда, % ( $a = 10,0$  %);  $\Delta K$  – капиталовложения в устройство управления модернизированным стендом, тыс. руб.

Аналогично определяются затраты на ремонт и техническое обслуживание ( $P$ ), тыс. руб. автоматизированной системы управления:

$$P = \frac{p_1}{100} \Delta K, \quad (16)$$

где  $p_1$  – годовая норма отчислений на ремонт и ТО ( $p_1 = 3,5$  %).

Затраты на горюче-смазочные материалы ( $T$ ), тыс. руб. рассчитываются по формуле:

$$T = C_T \times V_H + C_M \times V_M, \quad (17)$$

где  $C_T$  – цена дизельного топлива, тыс. руб./кг;  $V_H$  – расход дизельного топлива, кг;  $C_M$  – цена масла тыс. руб./кг;  $V_M$  – расход масла, кг.

Затраты на электроэнергию ( $\mathcal{E}$ ) в сравниваемых вариантах определяются следующим образом:

$$\mathcal{E} = C_{\mathcal{E}} \times W, \quad (18)$$

где  $C_{\mathcal{E}}$  – действующий тариф на электроэнергию,  $C_{\mathcal{E}} = 0,145$  тыс. руб./кВт×ч;  $W$  – расход электроэнергии, кВт×ч.

Экономия текущих издержек ( $\mathcal{E}Z$ ) составит:

$$\mathcal{E}Z = (Z_1 + O_{C1} + T_1 + \mathcal{E}_1) - (Z_2 + O_{C2} + T_2 + \mathcal{E}_2 + A + P). \quad (19)$$

Сопоставление элементов текущих затрат по вариантам оформляем в виде таблицы 2.

Прирост прибыли предприятия ( $\Pi$ ) при внедрении автоматизированной системы управления равен экономии текущих затрат, тыс. руб.:

$$\Pi = \mathcal{E}Z, \quad (20)$$

а ежегодный доход от инвестиций ( $D$ ) определяется из выражения:

$$D = \Pi + A - H, \quad (21)$$

где  $H$  – изменение суммы налогообложения, тыс. руб.

Таблица 2 – Изменение элементов текущих затрат при обкатке двигателя ЯМЗ-236

Элементы затрат, тыс. руб.	Варианты		Изменения, ±
	Базовый	Проектируемый	
Заработная плата	14587,32	13461,67	+1125,65
Отчисления на соц. нужды	5251,43	4846,20	+405,23
Затраты на горюче-смазочные материалы	35967,15	30624,12	+5343,03
Затраты на электроэнергию	25581,78	21534,03	+4047,75
Амортизационные отчисления	-	680,0	-680,0
Затраты на ремонт и ТО	-	238,0	-238,0
Итого	81387,68	71384,02	+10003,66

Вместе с тем, это далеко не полный годовой эффект, поскольку не учтён экологический эффект, в связи с чем, полный годовой доход равен, тыс. руб:

$$D = П + А - Н + \Delta \mathcal{E}_K, \quad (22)$$

где  $\Delta \mathcal{E}_K$  – годовой экологический эффект, тыс. руб., в свою очередь:

$$\Delta \mathcal{E}_K = \mathcal{E}_{y1} - \mathcal{E}_{y2}, \quad (23)$$

где  $\mathcal{E}_{y1}$  и  $\mathcal{E}_{y2}$  – годовой ущерб от выброса в атмосферу при сгорании дизтоплива в первом и втором вариантах, тыс. руб.

$$\mathcal{E}_y = D_T \times K_{ПД} \times H_D \times V, \quad (24)$$

где  $H_D$  – ставка налога за выброс загрязняющих веществ при сжигании дизтоплива.

Если годовой доход постоянен ( $D_t = const$ ), то при условии, что можно пренебречь ликвидационной стоимостью, ЧДД определяют по упрощенной формуле [3], тыс. руб.:

$$ЧДД = D_t \alpha_T - K_H, \quad (25)$$

где  $D_t$  – доход, получаемый на  $t$ -ом шаге расчета, тыс. руб.;  $K_H$  – капиталовложения, приведенные во времени к началу расчетного периода, тыс. руб.;  $\alpha_T$  – дисконтирующий множитель, определяемый из выражения:

$$\alpha_T = \frac{1 - (1 + E)^{-T}}{E} = \frac{(1 + E)^T - 1}{E(1 + E)^T}. \quad (26)$$

При наличии строительного лага и лага освоения объекта ЧДД определяется из выражения, тыс. руб.:

$$ЧДД = \frac{D_t \alpha_{T\phi}}{(1 + E)^{t_0}} - K_H, \quad (27)$$

где  $t_0$  – временной лаг, год;  $\alpha_{T\phi}$  – дисконтирующий множитель, определяемый за тот отрезок времени, в течение которого от проекта получают доход ( $T_\phi = T - t_0$ ).

Индекс доходности инвестиций (ИД) показывает, во сколько раз увеличиваются вложенные собственные средства за расчетный период в сравнении с нормативным увеличением на уровне базовой ставки и определяется из выражения:

$$ИД = ЧДД / K_H + 1. \quad (28)$$

Проект целесообразен при  $ИД \geq 1$ .

При постоянстве годового дохода ( $D_t = const$ ) и отсутствии временного лага динамический срок окупаемости определяется из выражения [1, с. 606]:

$$T_o = \frac{\lg(1 + E / P_B)}{\lg(1 + E)}, \quad (29)$$

где  $P_B$  – коэффициент возврата капитала, равный

$$P_B = \frac{D_i}{K} - E. \quad (30)$$

Проект считается выгодным при сроке возврата капитала в пределах расчетного периода, т.е.  $T_0$  должно быть меньше  $T$ . Результаты расчетов сводим в таблицу 3.

Таблица 3 – Показатели экономической эффективности модернизации устройства управления обкаткой двигателей ЯМЗ-236

Наименование показателей	До внедрения	После внедрения	+,-
Годовая производственная программа, шт	711	771	+60
Удельный расход дизтоплива, л/шт	22,5	19,1	-3,4
Годовая экономия дизтоплива, т	-	2,2	-
Годовая экономия электроэнергии, кВт×ч	-	13955,1	-
Прямые затраты труда на ед. прод., ч/шт	2,98	2,75	-0,23
Прирост производительности труда, %	100,0	115,0	+15,0
Годовой экологический эффект, тыс. руб.	1052,0	893,03	-158,97
Годовой доход, тыс. руб.	-	8441,75	-
Чистый дисконтированный доход, тыс. руб.	-	3673,0	-
Индекс доходности	-	1,54	-
Срок возврата капитальных вложений, лет	-	2,3	-

Полученные значения критериальных показателей эффективности капитальных вложений в новое устройство управления обкаточным стендом свидетельствуют о целесообразности реализации проекта.

Чистый дисконтированный доход при этом для дизеля ЯМЗ-236 составляет 3673 тысяч рублей, срок возврата капитальных вложений 2,3 года при годовой экономии 2,2 тонны дизтоплива и 13955 кВт×ч электроэнергии, годовой экологический эффект 159 тысяч рублей.

Предлагаемая методика может быть использована ремонтными предприятиями при обосновании решений о модернизации обкаточных стендов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов / Костюченко П.А [и др.] ; под общ. ред. Данилова О.Л., Костюченко П.А. – М.: Технопромстрой, – 2006. – 668 с.
2. Система организации внедрения завершенных НИР и ОКР в АПК, методы оценки эффективности НИР и ОКР на стадии их планирования и завершения. – Минск : 1999. – 82 с.
3. Ширшова, В.В. Оценка эффективности замены оборудования при модернизации производства / В.В. Ширшова, А.В. Королев // Экономика. Финансы. Управление. – 2005. – №5. – С. 32-37.

#### Аннотация

##### Экономическая эффективность модернизации обкаточного стенда

Рассчитана экономическая эффективность послеремонтной стендовой обкатки автотракторных дизелей путем разработки методов и технических средств выбора оптимального по длительности режима обкатки оперативным контролем их технического состояния.

## Abstract

### Economical efficiency of running in stand modernization

Economical efficiency of after repair stand running in of automotive diesels by working out the methods and hardware components of choosing the optimum running in regime by efficient control of technical state was calculated.

УДК 631.3:621.43

### ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С УЧЕТОМ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ

**Войтов В.А.**, д.т.н., профессор; **Шевченко С.А.**, к.т.н.; **Ярошно С.Ю.**, магистр  
*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства  
им. П.Василенко, г. Харьков, Украина*

В литературе [1-5] приведены зависимости рабочей скорости и производительности тракторных агрегатов от тяговых сопротивлений орудий и эффективной мощности двигателя; аналогичные зависимости для сельскохозяйственных машин, учитывающие потери мощности на холостой ход рабочих органов и мощность, расходуемую на технологический процесс, приведены в [5, 6]. При этом учитываются лишь линейные составляющие зависимостей рабочих скоростей от эффективной мощности двигателя.

Для планирования применения, технического обслуживания и ремонта тракторных агрегатов и сельскохозяйственных машин необходимо также учитывать их надежность, а влияние снижения мощности двигателя в эксплуатации целесообразно оценивать, в том числе, и по снижению производительности относительно потенциально возможной в данных условиях.

В связи с этим целью данного исследования является определение эффективности использования сельскохозяйственной техники (сельскохозяйственных машин и тракторных агрегатов) как отношение фактически обработанной площади к площади, которая теоретически могла бы быть обработана за то же эксплуатационное время при работе двигателя на номинальной мощности и отсутствии потерь времени на ремонт и техническое обслуживание:

$$K_{\text{Э}} = \frac{S_{\Phi}(t_{\text{Э}})}{S_{\text{T}}(t_{\text{Э}})}, \quad (1)$$

где  $K_{\text{Э}}$  – коэффициент эффективности использования техники;

$S_{\Phi}$  – фактически обработанная площадь,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{T}}$  – площадь, которая теоретически могла бы быть обработана при отсутствии потерь мощности двигателя и времени на ремонт и техническое обслуживание,  $\text{м}^2$ ;

$t_{\text{Э}}$  – эксплуатационное время, с.

Определим составляющие, которые входят в формулу (1), с учетом определения коэффициента технического использования, данного в ГОСТ 27.002-89 [7]:

$$S_{\text{T}}(t_{\text{Э}}) = V(N_{e \text{ ном}}) B \delta_{op} t_{\text{P}} = V(N_{e \text{ ном}}) B \delta_{op} t_{\text{Э}}, \quad (2)$$