

УДК 621.002.003.00

ВАРИАНТ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ, ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ

*Докт. техн. наук, проф. МРОЧЕК Ж. А.,
инженеры АРБУЗОВ В. И., САВИЧ Е. М., асп. ЗОТОВА И. П.*

Белорусский национальный технический университет

В 70–80-е гг. прошлого столетия определение экономической эффективности освоения нового технологического процесса, оборудования или инструмента на промышленных предприятиях осуществлялось по методике, утвержденной Комитетом по науке и технике СССР, и по методикам, созданным на основе предыдущей, но с учетом специфики и особенностей министерства или ведомства, к которому это предприятие относилось [1, 2].

Переход к рыночным отношениям потребовал пересмотра некоторых показателей экономической эффективности освоения новой техники. Приведенные результаты расчета экономической эффективности учитывают варианты обработки корпусов автомобильных тормозных цилиндров, изготовленных из стали, чугуна и алюминиевого сплава (АК6М2), с использованием станка Variomatik и твердосплавного инструмента. Оценка проведена в рублевом исчислении и учитывает использование новой технологии, оборудования и инструмента.

Порядок расчетов. Экономическую эффективность одного варианта технического решения определяли по сравнению с другим, используя расчетный коэффициент сравнительной экономической эффективности E_p или срок окупаемости T_p дополнительных капитальных вложений за счет экономии на себестоимости. Более капиталоемкий вариант считался эффективным, если $E_p < E_n$ или $T_p > T_n$, где T_n – срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, г.; E_n – коэффициент сравнительной экономической эффективности, устанавливаемый предприятием.

Для технологических процессов показателем абсолютной экономической эффективности Δ_a является отношение разности между оптовой ценой предприятия и себестоимостью C продукции к капитальным вложениям K , вызвавшим эту экономию. Величина Δ_a сопоставляется с соответствующим значением норматива эффективности капитальных затрат E_n , установленным на предприятии и в существующих экономических условиях принятым 0,3. Это вызвано изменчивостью конъюнктуры рынка автомобильных запчастей, непредсказуемостью инфляционных процессов и экономической обстановки. Горизонт планирования инноваций устанавливался на три года.

Под C_1 и C_2 подразумевалась себестоимость единицы продукции по сравниваемым технологическим вариантам, K_1 и K_2 – удельные капитальные вложения, отнесенные к единице продукции. Учитывалось, что расчеты сравнительной экономической эффективности имеют смысл только при полной сопоставимости вариантов по конечному результату.

При существующих различиях, например, как в нашем случае, оценки корпусов цилиндров, изготовленных из разных материалов и по отличающимся технологиям, сравниваемые варианты приведены в сопоставимый вид по объему и качеству продукции.

Поскольку сравнивалось более двух вариантов, расчеты экономической эффективности проведены по величине так называемых приведенных затрат W_i для каждого варианта. Вариант с наименьшими приведенными затратами оценивался как самый эффективный.

Таблица 1

Расчет окупаемости нового оборудования

Для расчета экономических показателей использованы следующие зависимости:

- для коэффициента сравнительной экономической эффективности

$$E_p = \frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1},$$

где C_1, C_2, \dots, C_i – себестоимости годового выпуска продукции по вариантам; K_1, K_2, \dots, K_i – капитальные вложения по i варианту;

- срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определялся (табл. 1, 2)

$$T_p = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2};$$

- сумма приведенных затрат

$$W_i = C_1 + E_n K_i;$$

- экономическая эффективность

$$\mathcal{E}_a = \frac{Ц - С}{К};$$

- годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_{год} = (C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2).$$

При расчетах себестоимости C учтены: M_o – стоимость основных материалов; $M_{вс}$ – то же вспомогательных материалов; Z_o – заработная плата основных производственных рабочих (основная и дополнительная) с отчислениями на социальное страхование; $Z_{вс}$ – то же вспомогательных рабочих (основная и дополнительная) с отчислениями на социальное страхование; A_o – амортизационные отчисления от оборудования; $A_{то}$ – то же от технологической оснастки; P_o – затраты на ремонт оборудования; I – то же на инструмент и малоценные приспособления; L – то же на энергию для технологических целей; Π_d – то же на амортизацию и содержание производственных площадей; P_y – то же на ремонт и обслуживание управляющих устройств и программ; B_p – потери на технологический брак.

Статья	Расчет
Инвестиции	
В основные средства	
наименование	Variomatic
количество	1,00
стоимость	1490000
сумма	1490000
Итого затраты на оборудование	1490000
Реальные инвестиции	1490000
Вспомогательное оборудование	
Коэффициент соотношения основного и вспомогательного оборудования	0,08
Итого вспомогательное оборудование	119200
Затраты на оборудование, всего	1609200
Время работы оборудования	6200
В оборотные средства	
3-месячный объем продаж, шт.	375000
Себестоимость	0,40
Оборотные средства	149834
Итого инвестиции	1759034
Переменные затраты	
Материалы:	
на изделие	231840
на единицу	0,155
Зарплата:	
на программу	10412
на единицу	0,007
Итого переменные затраты:	
на годовой выпуск	242252
на 1 шт.	0,162
Постоянные затраты:	
на годовой выпуск	357084
на 1 шт.	0,238
Итого затрат:	
на годовой выпуск	599335
на 1 шт.	0,400
Объем продаж (шт.)	1500000
Цена изделия	1,00
Доход:	
на годовой выпуск	900665
на 1 шт.	0,600
Экономия	900665
Цена денег (20 % годовых)	351807
Рентабельность инвестиций с учетом цены денег	31,20
Окупаемость (лет)	3,20

Таблица 2

Расчет эффективности использования высокопроизводительного оборудования и инструмента

Наименование	%	Variomatic, чугуn		1 Б240, чугуn	
		На ед.	Всего	На ед.	Всего
Годовая программа		1500000		1500000	
Расход материалов		278	417312000	278	417312000
Сдельная зарплата		12	18741176	165	247764706
Прямая амортизация		180	270362903	46	69387097
Прямые затраты		471	706416080	490	734463803
Прямые затраты без амортизации		291	436053176	443	665076706
Инструмент		198	297000000	142	213300000
Командировочные расходы		5	7200000	5	7200000
Вспомогательные материалы		19	27999000	28	42120000
Зарплата вспомогательного персонала		25	37482353	330	495529412
Налоги на зарплату		7	11244706	99	148658824
Услуги связи		4	5400000	4	5400000
МБП спец. одежда		0,4	540000	8	12240000
Общехозяйственные расходы		18	27000000	60	90000000
Упаковка		2	2880000	2	2880000
Аренда		1	1088710	3	5243226
Внутризаводской транспорт		1	900000	1	900000
Транспортные отливки		18	27000000	18	27000000
Электроэнергия, теплота, вода		20	29615625	52	78185250
Запчасти к оборудованию		4	5400000	22	33300000
Прочие		18	9000000	18	21600000
Итого постоянных затрат		339	489750394	793	1183556711
Итого		809	1196166473	1282	1918020514
Прочие налоги	5	90	135000000	90	135000000
Себестоимость: всего		899	1331166473	1372	2053020514
Экономический эффект					721854041

Расчет отдельных составляющих себестоимости. Стоимость основных материалов (заготовок) с учетом утилизации отходов определялась по формуле

$$M_o = C_{заг} - G_{отх} C_{отх},$$

где $C_{заг}$ – цена заготовки, руб./шт.; $G_{отх}$ – масса отходов на одну деталь, кг/шт.; $C_{отх}$ – цена отходов, руб./кг.

Цены материалов, заготовок и отходов устанавливались по действующим прайс-листам предприятий, имеющих договоры поставки/закупок:

$$C_{заг} = G_m C_m K_{т-з},$$

где C_m – действующая оптовая цена единицы массы материала, руб./кг; G_m – норма расхода материала на одну деталь, кг/шт.; $K_{т-з}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов при приобретении материалов (на основании фактических расходов).

Стоимость вспомогательных материалов $M_{вс}$ определялась по заводским нормам расходов и действующим ценам на материалы с добавлением транспортно-заготовительных расходов.

Заработная плата основных производственных рабочих при выполненных работах устанавливалась как сумма расценок по всем операциям технологического процесса изготовления детали

$$Z_o = \left(\sum_{i=1}^m g_i \right) \alpha \beta \gamma \delta,$$

где g_i – сдельная расценка по операциям, руб./шт.;

$$g_i = \frac{l_i t_{шт.i}}{60},$$

где l_i – часовая тарифная ставка работы данного разряда на операции, руб./ч; $t_{шт.i}$ – норма штучно-калькуляционного времени на операцию, мин; m – число операций в технологическом процессе; α – коэффициент, учитывающий премии и другие доплаты, увеличивающие фактический часовой заработок рабочего по сравнению с тарифной ставкой; β – то же доплатной заработной платы (оплата отпусков, льготных часов несовершеннолетних и т. д.); γ – то же социального страхования; δ – то же, учитывающий многостаночность работы и численность бригады, а также среднюю степень перевыполнения технически обоснованных норм (определялся как доля времени, приходящегося на данную операцию в общем временном цикле работы рабочего с учетом среднего коэффициента перевыполнения норм на предприятии).

Заработная плата основных производственных рабочих на операциях с повременной оплатой труда определялась

$$Z_o = \tau l_{cp} \alpha \beta \gamma,$$

где τ – трудоемкость изготовления детали, чел./ч; l_{cp} – средняя часовая ставка по выполняемым работам, руб./ч.

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывалась прямым способом (по числу вспомогательных рабочих, указанному в технологическом процессе, и по зависимостям, аналогичным для расчета заработной платы основных рабочих), а также косвенным способом – пропорционально сумме платы основных рабочих и с включением в общую сумму затрат.

Амортизационные отчисления от стоимости оборудования устанавливались

$$A_o = \frac{\Phi N_a}{100 N_{год}} \eta,$$

где Φ – первоначальная, с учетом переоценок, балансовая стоимость оборудования, включающая затраты на модернизацию, руб.; N_a – общая годовая норма амортизации, %; $N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.; η – коэффициент загрузки оборудования по времени.

Годовую норму амортизации на нестандартное оборудование назначали, исходя из срока службы:

$$N_a = \frac{1}{T_{сл}} \cdot 100 \%,$$

где $T_{сл}$ – реальный срок службы станка с учетом условий эксплуатации и выпуска продукции.

Амортизационные отчисления от стоимости технологической оснастки рассчитывали по формуле

$$A_{то} = \sum_{i=1}^m \frac{\Phi_{то} n}{T_{сл.то} N_{год}},$$

где $\Phi_{то}$ – стоимость технологического оснащения, руб.; n – число одинаковых приспособлений, эксплуатируемых на данной операции; m – то же операций в технологическом процессе.

Затраты на ремонт оборудования определены, исходя из нормативов годовых затрат на все виды ремонта, осмотры и межремонтное обслуживание отдельных узлов оборудования:

$$P_o = (N_m K_m + N_e K_e) \eta K_r,$$

где N_m – норматив годовых затрат на ремонт механической части оборудования, руб./г.; N_e – то же электрической части оборудования, руб./г.; K_m и K_e – категории сложности ремонта соответственно механической и электрической частей; η – коэффициент загрузки оборудования по времени; K_r – то же, зависящий от точности обслуживаемого оборудования.

Суммарные затраты на инструмент и малоценные приспособления оценили как:

$$И = И_p + И_n;$$

$$I_p = \frac{\Phi_n + \Pi}{T_{сл.и}} t_{шт} \eta,$$

где Φ_n – цена единицы инструмента, руб.; Π – затраты на переточку инструмента; $T_{сл.и}$ – срок службы инструмента до полного износа, мин; η – коэффициент машинного времени;

$$I_n = \frac{\Phi_n \alpha}{60 T_{сл.п}} t_{шт},$$

где Φ_n – стоимость приспособления; α – коэффициент, учитывающий стоимость ремонта оснастки; $T_{сл.п}$ – срок службы приспособления до полного износа, ч.

Затраты на технологическую электроэнергию для каждого станка составили

$$L = N_3 t_{шт} \eta_{з.в} \eta_{з.м} C_3 / 6000,$$

где N_3 – установленная мощность электродвигателей, кВт; $\eta_{з.в}$ – коэффициент загрузки станков по времени; $\eta_{з.м}$ – то же по мощности; C_3 – цена 1 кВт·ч электроэнергии.

Затраты на содержание и амортизацию производственных площадей были учтены, исходя из количества используемых площадей и действующих цен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Расчет экономической эффективности новой техники / Под. ред. К. М. Великанова. – М., 1976.
2. Методика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений // Бюл. Госплана СССР. – 1977. – № 48/16/13/3.

УДК 621.833.6

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАЗОРОВ НА КИНЕМАТИЧЕСКУЮ ТОЧНОСТЬ ЦЕВОЧНЫХ РЕДУКТОРОВ

Чл.-кор. НАН Беларуси, докт. техн. наук, проф. **БЕРЕСТНЕВ О. В.**,
инж. **ТЕТЕРЮКОВ Д. О.**

Институт механики и надежности машин НАН Беларуси

В промышленности все большее признание находят трохойдные передачи (рис. 1), в которых используется принцип обкатывания ролика по трохойдной поверхности или сателлита, имеющего трохойдный профиль, по цевкам солнечного колеса. Однако в настоящее время эвольвентные передачи применяются значительно шире, так как технология образования их зубьев легко поддается автоматизации. Передачи с таким зацеплением допускают небольшие погрешности межосевого расстояния без изменения передаточного отношения. Особенности внутреннего зацепления говорят о том, что эвольвентное зацепление, определяющее прямую в качестве линии зацепления, не может претендовать на получение значительных величин степени перекрытия и, наоборот, внутреннее циклоидальное зацепление

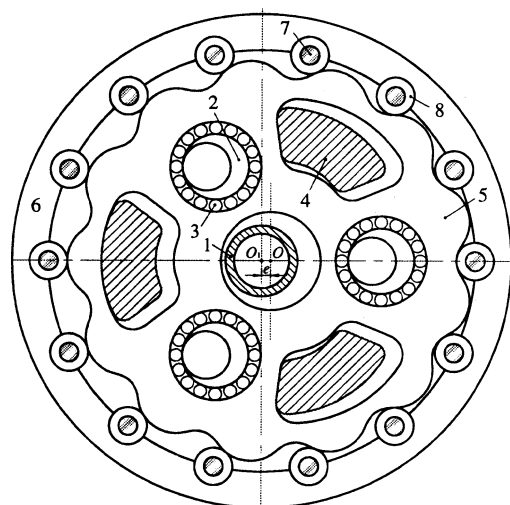


Рис. 1. Поперечное сечение редуктора: 1 – входной вал; 2 – эксцентриковые валы; 3 – ролики подшипника; 4 – пальцы выходного вала; 5 – сателлит; 6 – обойма; 7 – втулки; 8 – цевки