

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; $П_d$ – 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

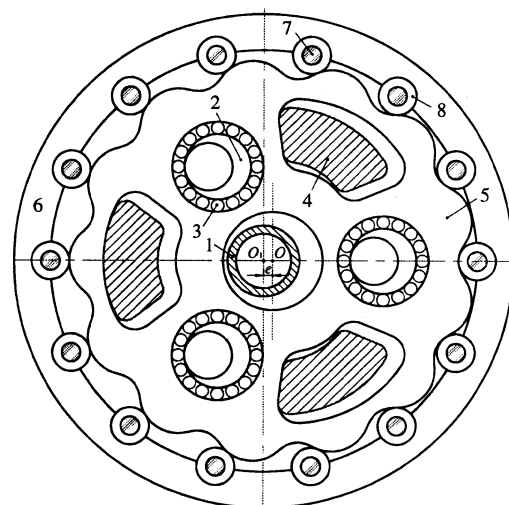


Рис. 1. Поперечное сечение редуктора: 1 – входной вал; 2 – эксцентриковые валы; 3 – ролики подшипника; 4 – пальцы выходного вала; 5 – сателлит; 6 – обойма; 7 – втулки; 8 – цевки