

Н.И. ПОГОРЕЛОВ, канд.экон.наук, проф., НТУ «ХПИ»

С.Н. ПОГОРЕЛОВ, канд.экон.наук, доц., НТУ «ХПИ»

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТА

В статье обоснована экономическая целесообразность проведения очередного ремонта оборудования и предложена методика определения экономической эффективности ремонта

Ключевые слова: методика, парк, оборудование, ремонт, подходы определения эффективности, критерии экономической эффективности.

Введение. Экономическая целесообразность проведения очередного ремонта оборудования может быть определена на основании сопоставления фактических затрат на ремонт станка с начала его эксплуатации с амортизационным фондом на ремонтные работы, образованным за данный период в результате отчислений в соответствии с принятой нормой амортизации. При этом критерии в оценке эффективности ремонта будут зависеть от периодичности их проведения.

Методология. Критерием эффективности первого капитального ремонта оборудования может служить условие, по которому суммарные затраты на все проведенные с начала эксплуатации оборудования средние ремонты с периодичностью свыше одного года плюс стоимость очередного ремонта меньше или равны общей сумме амортизационных отчислений за этот период. Данное условие можно выразить формулой:

$$K_p = \frac{\sum R_c + R_i}{A_p} \leq 1 \quad (1)$$

где K_p — коэффициент эффективности ремонта; $\sum R_c$ — суммарные затраты на средние ремонты с периодичностью свыше года, проведенные с начала эксплуатации оборудования, грн.; R_i — стоимость очередного ремонта; A_p — общая сумма амортизационных отчислений на ремонт с начала эксплуатации станка до очередного капитального ремонта, грн.

Общая сумма амортизационных отчислений с начала эксплуатации до очередного капитального ремонта станка определяется по формуле:

$$A_p = Z_o \times \frac{H_p \times T_p}{100}, \quad (2)$$

где Z_o — первоначальная стоимость оборудования, грн; H_p — норма амортизационных отчислений на капитальный и средний ремонты с периодичностью свыше года, %; T_p — фактический срок службы оборудования с начала эксплуатации на момент определения целесообразности проведения очередного ремонта.

Подставляя значение A_p в формулу (1), получим окончательное выражение коэффициента эффективности ремонта K_p :

$$K_p = \frac{\sum R_c + R_i}{Z_o \times \frac{H_p \times T_p}{100}} \leq 1 \quad (3)$$

При расчете принимается условие, что амортизационных отчислений в пределах первого ремонтного цикла достаточно для компенсации всех издержек на средние и капитальный ремонты, так как по опыту известно, что срок до первого капитального ремонта несколько больше, а затраты меньше, чем у последующих ремонтов.

Для ремонтных работ, промежуточных между первым и последним ремонтами, возможен случай, когда на ремонт израсходовано средств несколько больше, чем начислено амортизации. Ремонт будет экономически целесообразен, если это превышение не больше общей суммы амортизационных отчислений за период, равный одной трети — половине следующего после очередного ремонта ремонтного цикла. Такое условие не противоречит принятым в настоящей методике принципам оценки эффективности ремонта и подтверждается практическим опытом эксплуатации и ремонта оборудования. Важно, чтобы оборудование к концу амортизационного периода полностью перенесло всю израсходованную на ремонтные работы добавочную стоимость на производимую продукцию. Внутри же межремонтных циклов допустимы случаи, когда затраты на ремонтные работы могут быть покрыты сверх наличных по данному станку амортизационных отчислений из резервного фонда, образованного за счет отчислений с других станков. Это тем более возможно, что резервом для такого покрытия по каждому станку является ремонтный цикл между последним ремонтом и списанием станка по истечении амортизационного периода, когда затраты на ремонт не производятся, а отчисления на эти цели ведутся. Исходя из этого, коэффициент эффективности всех промежуточных (между первым и последним ремонтами) ремонтов можно выразить формулой:

$$K_p = \frac{\sum R_{kc} + R_i}{A_p + A_t} \leq 1 \quad (4)$$

где $\sum R_{kc}$ — суммарные затраты на все капитальные и средние ремонты с периодичностью свыше года, проведенные с начала эксплуатации оборудования; A_t — общая сумма амортизационных отчислений на ремонт за период с момента очередного ремонта станка до момента полного погашения израсходованных на эти цели средств.

$$A_t = Z_o \times \frac{H_p \times 0,5 t_u}{100} \quad (5)$$

где t_u — продолжительность межремонтного цикла.

Подставляя значения A_p и A_t в формулу (8.30), получим следующее выражение:

$$K_p = \frac{\sum R_{kc} + R_i}{Z_o \times \frac{H_p}{100} (T_p + 0,5 t_u)} \leq 1 \quad (6)$$

Критерием эффективности последнего капитального ремонта является условие, при котором суммарные затраты на все проведенные с начала эксплуатации оборудования ремонты плюс стоимость последнего ремонта меньше или равны общей сумме амортизационных отчислений за весь срок службы оборудования (амортизационный период) с учетом ликвидационной стоимости станка.

$$K_p + \frac{\sum R_{kc} + R_i}{A_m + Л} \leq 1 \quad (7)$$

где A_m — общая сумма амортизационных отчислений на ремонт за весь срок службы оборудования, грн.; $Л$ — ликвидационная стоимость оборудования, грн.

Общая сумма амортизационных отчислений за весь срок службы станка (амортизационный период) равна

$$A_m = Z_o \times \frac{H_p \times T}{100} \quad (8)$$

где T — амортизационный период оборудования.

Подставляя значения A_m и $Л$ в формулу (8.7), получим новое выражение K_p :

$$K_p = \frac{\sum R_{kc} + R_i}{Z_o \times \left(\frac{H_p \times T}{100} + 0,03 \right)} \leq 1 \quad (9)$$

Чем меньше значение K_p , тем надежнее, экономичнее с точки зрения ремонтных расходов станок. Наоборот, если $K_p > 1$, то чем больше это значение, тем менее экономичен в эксплуатации станок. Значит, чтобы ремонт был эффективен, должно соблюдаться условие:

$$0 < K_p < 1.$$

Когда $K_p=1$, ремонт не является убыточным, но это граница его эффективности.

По своему экономическому содержанию коэффициент K_p выражает относительную экономичность ремонта и показывает, какую часть затраты на ремонт составляют от амортизационных отчислений на эти цели. На основе коэффициента K_p можно определить коэффициент абсолютной эффективности ремонта M_p :

$$M_p = 1 - K_p. \quad (10)$$

Подставляя в формулу (8.10) значения K_p , получим окончательное выражение коэффициента абсолютной эффективности ремонта:

$$M_p = 1 - \frac{\sum R_c + R_i}{Z_o \times \frac{H_p \times T_p}{100}}, \quad (11)$$

$$M_p = 1 - \frac{\sum R_{kc} + R_i}{Z_o \times \frac{H_p}{100(T_p + 0,5t_u)}}, \quad (12)$$

$$M_p = 1 - \frac{\sum R_{kc} + R_i}{Z_o \left(\frac{H_p \times T_p}{100} + 0,03 \right)}. \quad (13)$$

Как видно из приведенных формул, при увеличении затрат на ремонт коэффициент абсолютной эффективности уменьшается и наоборот. Например, при $K_p = 0,9$ $M_p = 0,1$, а при $K_p = 0,1$ $M_p = 0,9$. Отсюда условием абсолютной эффективности ремонта является выражение:

$$0 \leq M_p \leq 1.$$

При этом $M_p = 0$, если $K_p = 1$, т. е. затраты на ремонт равны амортизационным отчислениям на эти цели. Случай, когда $M_p = 1$, может быть только при условии $K_p = 0$, а это возможно, если станок за счет высококачественного производственного исполнения, хорошей эксплуатации, профилактических осмотров и малых ремонтов,

высокой квалификации работающего на нем станочника в течение амортизационного периода работал без капитального ремонта.

Вторым критерием экономической эффективности ремонтных работ может служить коэффициент ремонтной экономичности станка. Этот коэффициент представляет собой отношение затрат на все виды планово-предупредительного ремонта в пределах ремонтного цикла, приходящихся на единицу ремонтной сложности оборудования, к первоначальной стоимости оборудования, также приходящейся на единицу его ремонтной сложности.

Коэффициент ремонтной экономичности $K_{p.э.}$ определяется по формуле:

$$K_{p.э.} = \frac{W \times K_э \times K_n}{Z_{o.p.e.}}, \quad (14)$$

где W — затраты на все виды ППР за ремонтный цикл, приходящиеся на единицу ремонтной сложности механической части оборудования, грн.; $K_э$ — коэффициент, учитывающий затраты на ремонт электрической части оборудования; $Z_{o.p.e.}$ — первоначальная балансовая стоимость оборудования, приходящаяся на единицу его ремонтной сложности, грн.; K_n — коэффициент, учитывающий последовательность (очередность) проводимых ремонтов.

Принимается, что в каждом новом цикле затраты на ремонт повышаются на 10—15%. Отсюда значения коэффициента соответственно будут равны: 1; 1,15; 1,3; 1,45; 1,6 и т. д. Затраты на все виды планово-предупредительного ремонта за ремонтный цикл, приходящиеся на единицу ремонтной сложности механической части оборудования, рассчитываются на основании данных о структуре ремонтного цикла, трудоемкости отдельных видов ремонтных работ, соотношении средних тарифных разрядов работ бригад и категорий сложности ремонта, стоимости материалов, изложенных в книге. Исходные и расчетные данные для определения затрат на все виды ППР за ремонтный цикл приведены в табл. 1, 2 и 3.

Для прецизионного и уникального оборудования, а также оборудования автоматических линий средний тарифный разряд бригады 5,5.

Результаты исследования. Стоимость материалов, расходуемых при ремонте оборудования, определяется в пределах процентного соотношения с размером основной заработной платы ремонтных рабочих. При этом стоимость материалов при ремонте металлорежущего оборудования малой и средней сложности составляет 50% к основной заработной плате ремонтных рабочих, большой сложности — 250% и особой сложности — 350 %.

Таблица 1 - Общая трудоемкость отдельных видов ремонтов и работ по техническому уходу на одну ремонтную единицу

Виды планово-предупредительного Ремонта и наименование работ	Трудоемкость ремонтной единицы, час	Количество ремонтов за цикл			Общая трудоемкость за цикл, час		
		Станки легкие и средние весом до 10 т	Станки крупные и тяжелые весом 10-100 т	Станки особо тяжелые весом свыше 100 т и уникальные	Станки легкие и средние весом до 10 т	Станки крупные и тяжелые весом 10-100 т	Станки особо тяжелые весом свыше 100 т и уникальные
1. Промывка как самостоятельная операция В том числе работы:	0,35	1	1	1	0,35	0,35	0,35
Слесарные	0,35	1	1	1	0,35	0,35	0,35
Станочные	-	-	-	-	-	-	-
Прочие	-	-	-	-	-	-	-
2. Проверка на точность как самостоятельная операция В том числе работы:	0,4	1	1	1	0,4	0,4	0,4
Слесарные	0,4	1	1	1	0,4	0,4	0,4
Станочные	-	-	-	-	-	-	-
Прочие	-	-	-	-	-	-	-
3. Осмотр перед капитальным ремонтом В том числе работы:	1,1	1	1	1	1,1	1,1	1,1
Слесарные	1,0	1	1	1	1,0	1,0	1,0
Станочные	0,1	1	1	1	0,1	0,1	0,1
Прочие	-	-	-	-	-	-	-
4. Осмотр В том числе работы:	0,85	9	27	36	7,65	22,95	30,6
Слесарные	0,75	9	27	36	6,75	20,25	27
Станочные	0,1	9	27	36	0,9	2,7	3,6
Прочие	-	-	-	-	-	-	-
5. Малый ремонт В том числе работы:	6,1	6	6	9	36,6	36,6	54,9
Слесарные	4	6	6	9	24	24	36
Станочные	2	6	6	9	12	12	18
Прочие	0,1	6	6	9	0,6	0,6	0,9
6. Средний ремонт В том числе работы:	23,5	2	2	2	47	47	47
Слесарные	16	2	2	2	32	32	32
Станочные	7	2	2	2	14	14	14
Прочие	0,5	2	2	2	1	1	1
7. Капитальный ремонт В том числе работы:	35	1	1	1	35	35	35
Слесарные	23	1	1	1	23	23	23
Станочные	10	1	1	1	10	10	10
Прочие	2	1	1	1	2	2	2
Итого В том числе работы:	-	-	-	-	128,1	143,4	169,35
Слесарные	-	-	-	-	87,5	101	119,75
Станочные	-	-	-	-	37	38,8	45,7
Прочие (окрасочн, водопроводни др)	-	-	-	-	3,6	3,6	3,9

Таблица 2 - Средние тарифные разряды работ бригад по ремонту оборудования

Вид оборудования	Степень сложности оборудования	Наименование работ		
		слесарные, клепальные и др.	станочные	прочие
Технологическое	малая	3,0	3,0	3,0
	средняя	3,5	3,5	3,0
	большая	4,0-5,0	4,0	3,,
	особая	5,5	5,0	3,0

Таблица 3 - Примерное соотношение средних тарифных разрядов работ бригад и категорий сложности ремонта оборудования

Вид оборудования	Категория сложности ремонта и тарифный разряд работ						
	малая		средняя	большая			особая
	2	3	3,5	4	4,5	5	5,5
Металлорежущее	-	1-6	7-12	13-18	19-24	25-30	31 и выше
Кузнечно-прессовое	-	1-7	8-14	15-20	21-29	30-35	36 и выше

Пользуясь приведенными выше данными, можно определить технологическую себестоимость всех видов ремонта за один цикл на одну категорию ремонтной сложности основной части оборудования:

а) для мелких и средних станков малой и средней сложности

$$W = 1,15 \cdot 378 \cdot 128,1(1 + 0,5) = 584,69 \text{ грн./цикл}$$

б) для крупных, и тяжелых станков большой сложности

$$W = 1,15 \cdot 4,24 \cdot 143,4(1+2,5)=1573,24 \text{ грн./цикл}$$

в) для особо тяжелых и уникальных станков особой сложности

$$W=1,15 \cdot 4,81 \cdot 169,35(1+3,5)=4215,4 \text{ грн./цикл}$$

Здесь 1,15 — коэффициент, учитывающий расходы по социальному страхованию и на отпуск; 0,5; 2,5; 3,5 — коэффициенты, учитывающие расходы на материалы; 3,78, 4,24, 4,81 — часовая ставка рабочего ремонтно-механических цехов для 3, 4 и 5-го разрядов работ.

Подставляя полученные значения W в формулу и принимая коэффициент K_z , учитывающий затраты на ремонт электрической части оборудования, равным 1,2, получим окончательное выражение коэффициента ремонтной экономичности $K_{p.э.}$:

для легких и средних станков малой и средней сложности

$$K_{p.э.} = \frac{118 K_n}{Z_{o.p.e.}} ; \quad (15)$$

для крупных и тяжелых станков большой сложности

$$K_{p.э} = \frac{327 K_n}{Z_{o.p.e}} ; \quad (16)$$

для особо тяжелых и уникальных станков особой сложности

$$K_{p.э} = \frac{576 K_n}{Z_{o.p.e}} . \quad (17)$$

На основании приведенных формул коэффициента ремонтной экономичности можно в любой исследуемый период времени выявить экономическую эффективность уже проведенных или очередных ремонтов, определить целесообразность дальнейшего ремонта и эксплуатации оборудования. При $K_{p.э} > 1$ ремонт экономически нецелесообразен.

Необходимо учитывать, что приведенные формулы основаны на нормативах Единой системы ППР и рекомендуемых ею структуре ремонтного цикла, трудоемкости отдельных видов ремонтных работ, соотношений средних тарифных разрядов работ бригад и категорий сложности ремонта, стоимости материалов и т. д. Поэтому для определения более точного значения коэффициента ремонтной экономичности в конкретной производственной обстановке следует делать расчеты на основании фактических затрат на все виды ремонтных работ, а при определении эффективности очередного ремонта принимать во внимание не только нормативы ППР, но и учитывать при этом стоимость ранее проведенных ремонтов и их сложившуюся трудоемкость на данном предприятии.

Если на основании сделанных расчетов коэффициентов абсолютной эффективности ремонта M_p и ремонтной экономичности $K_{p.э}$ будет установлена экономическая неэффективность ремонта, то следует также выявить причину этой неэкономичности. Если она связана с тем, что станок имеет высокую степень физического и морального износа или низкую эксплуатационную надежность в связи с плохим производственным исполнением и наличием серьезных конструктивных недостатков, то отремонтировать станок действительно нецелесообразно, и он подлежит замене. Если же ремонт неэффективен, прежде всего, по причине его плохой организации и оснащения, то необходимо принять меры к его совершенствованию и устранению убыточности.

Окончательное решение о целесообразности ремонта, модернизации, дальнейшей эксплуатации или замене старого станка может быть принято после сравнения его с новым станком аналогичного назначения по показателю относительной экономичности. Условием целесообразности ремонта, модернизации и дальнейшей эксплуатации оборудования является выражение:

$$\frac{C_{тис}}{P_c} \leq \frac{C_{тчи}}{P_n} , \quad (18)$$

где $C_{тчс}$ и $C_{тчн}$ - технологическая себестоимость изготовления изделия, приходящаяся на час работы старого и нового оборудования (себестоимость станко-часа); P_c и P_n — производительность сравниваемого старого и нового оборудования.

После соответствующих преобразований формула (18) принимает следующий вид:

$$C_{тчс} \leq C_{тчн} \times \frac{P_c}{P_n}, \quad (19)$$

$$C_{тчс} \leq C_{тчн} \times K_m, \quad (20)$$

Экономический смысл формул (19) и (20) заключается в том, что ремонт, модернизация и дальнейшая эксплуатация станка целесообразны, если себестоимость станко-часа его работы будет меньше или равна себестоимости станко-часа работы нового оборудования с учетом разницы их производительности.

При этом необходимо учитывать, что граница эффективности применения того или иного станка зависит также от конкретной производственной программы, коэффициента загрузки и полезного рабочего фонда времени работы оборудования.

Предлагаемую методику определения экономической эффективности ремонта рассмотрим на конкретном примере.

Проанализируем эффективность ремонта зубострогального полуавтомата для нарезания конических колес модели 5A26.

Первоначальная стоимость станка — 10728 грн., ремонтная сложность — 15 единиц. Для условий мелкосерийного и единичного производства нормативный срок службы станка составляет 25 лет, общая норма амортизационных отчислений 10,9%, в том числе 6,9% — на капитальный, средний ремонты и модернизацию. Первый капитальный ремонт станку был сделан в январе 2006 года, стоимость ремонта — 757 грн. 66 коп. В течение первого ремонтного цикла станку было сделано 12 осмотров и 10 малых ремонтов, общая стоимость осмотров за это время составила 131 грн. 68 коп., малых ремонтов — 769 грн. 26 коп. Средние ремонты не проводились. Таким образом, затраты на все виды ремонта за первый цикл на одну единицу ремонтной сложности оборудования составили 110,5 грн.

При таких условиях коэффициент эффективности ремонта по формуле (1) будет равен:

$$K_p = \frac{757,66}{10728 \times \frac{6,9 \times 10}{100}} = 0,102$$

Коэффициент абсолютной эффективности ремонта по формуле (10):

$$M_p = 1 - 0,102 = 0,898$$

Кoeffициент ремонтной экономичности на основании формулы (14)

$$K_{p.э} = \frac{110,5}{715,2} = 0,15$$

Выводы. Расчеты показывают очень высокую эффективность ремонтных работ, что связано прежде всего с тем, что первый капитальный ремонт был сделан станку только через 10 лет эксплуатации, при этом выполнялся он прогрессивным методом, вследствие чего затраты на него сравнительно невелики. Необходимо также учитывать, что в связи с хорошим техническим состоянием станку не делались средние ремонты.

Определим относительную экономичность зубосгрозального полуавтомата модели 5A26 в сравнении с зубофрезерным полуавтоматом модели 5230. Себестоимость станко-часа работы сравниваемых станков соответственно равна 81 и 112 коп./ч., производительность — 37 и 95 зуб./час.

Относительная экономичность сравниваемых станков будет равна:

$$\text{Станок 5A26} - \frac{81}{37} = 2,18 \text{ коп./зуб.}$$

$$\text{Станок 5230} - \frac{112}{95} = 1,17 \text{ коп./зуб.}$$

Список літератури: 1. *Агафонова Н.Е.* Информационная система управления использованием производственного оборудования. / НАН Украины, Институт экономики промышленности, Донецк, 1998. – 26с. 2. *Борисов Ю.С.* Организация ремонта и технического обслуживания оборудования. – М.: Машиностроение, 1978. – 200с. 3. *Журавский Ф.М., Семенов Е.К.* Капиталистический рынок оборудования: проблемы конкурентоспособности. – М.: Наука, 1991. – 159с. 4. *Перерва П.Г., Погорелов Н.И.* Маркетинг машиностроительной продукции. – К.: ИСМО, 1997. – 177с

Надійшла до редколегії 17.12.2013

УДК 338.45:621

Методика определения экономической эффективности ремонта/ Н.И. Погорелов, С.Н. Погорелов // Вісник НТУ „ХПІ”. Серія: Технічний прогрес і ефективність виробництва. – Х.: НТУ „ХПІ”. - 2013. - № 67'(1040) - С. 172-181. Бібліогр.: 4 назв.

У статті обоснована економічна доцільність проведення чергового ремонту устаткування і запропонована методика визначення економічної ефективності ремонту

Ключові слова: методика, парк, устаткування, ремонт, підходи визначення ефективності, критерії економічної ефективності.

In the article of обосновання financial viability of realization of next repair of equipment and the methods of determination of economic efficiency of repair are offered

Keywords: methods, park, equipment, repair, approaches of determination of efficiency, criteria of економічної ефективності.