

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ЗАЛЕГАНИЯ  
ПРИБЫЛЬНОЙ ЧАСТИ РАСКАТА БЛЮМИНГА**

**В. А. БЕРДОНОСОВ, Ю. С. ПРОКОФЬЕВ, Л. М. ДОБНЕР**

(Представлена научным семинаром кафедры экономики)

Научно-исследовательский институт интроскопии разработал для металлургического комбината систему радиационного контроля залегаания прибыльной части раската блюминга.

В процессе проката возможно появление различных дефектов: рыхлот, шлаковых включений, усадочных раковин и т. д. Существующая технология разливки и дальнейшей прокатки металла на блюмингах и слябингах вызывает преимущественно формирование дефектов типа усадочных раковин и рыхлот в головной и донной частях слитка.

Обнаружение и удаление прибыльной части раската осуществляется визуалью оператором, при этом значительная часть годного металла идет на переплавку.

Так, на Ижевском металлургическом заводе процент отреза прибыльной части слитка целиком определяется назначением продукции, группой марок стали и весом слитка. При выборочном контроле качества проката согласно принятой технологии из каждой плавки контролируется один слиток.

Для контроля от верхнего блюмса слитка отрезается тимплет толщиной около 4% от длины годной части, который и подвергается анализу на макроструктуру. В случае обнаружения дефекта отрезается следующий тимплет и так до тех пор, пока анализ не даст положительного результата. Процент отреза прибыльной части слитков данной плавки в случае обнаружения брака при выборочном контроле устанавливается по результатам контроля.

После отреза донной и прибыльной частей прокат разрезается на определенное количество блюмсов в соответствии с имеющимся набором стандартных мерных длин для каждого типа и сечения проката.

По ряду причин, в частности из-за отклонений при разливке и прокатке, верхние блюмсы могут оказаться меньшими по длине, чем требуется по стандарту. В этом случае нестандартная часть годного металла поступает на переплавку вместе с браком.

С внедрением системы контроля предполагается ввести алгоритм раскроя, при котором остаток «верхней» годной части проката не возвращается на переплавку.

Согласно принятой технологии контроль качества и выбраковка металла происходят после операции прокатки на стане «450».

Система радиационного контроля качества, установленная на блюминге, позволит обнаруживать брак уже на первой операции технологического процесса.

Таким образом, с внедрением системы радиационного контроля качества горячего проката и автоматической системы управления раскромом предполагается ввести следующие изменения в процессе контроля и раскроя проката:

1) расположение линии отреза прибыльной части слитка будет определяться размерами и расположением усадочной раковины. Более точное определение границы усадочной раковины позволит сэкономить определенное количество годного металла.

Так, согласно экспериментальным данным [1], в среднем длина прибыльной части проката, определенная системой радиационного контроля, оказывается на 4—5% меньше длины, определенной на основе опыта и визуальных наблюдений;

2) с введением алгоритма раскроя немерный годный металл не будет возвращаться на переплавку;

3) раскрой и выбраковку проката предполагается производить непосредственно после контроля качества металла по всей длине проката. Отсюда можно ожидать определенной экономии средств в результате того, что брак обнаружен на начальной стадии технологического процесса;

4) существенным преимуществом разрабатываемой системы радиационного контроля качества горячего проката является введение полной автоматизации процесса контроля и пореза проката.

Таким образом, общая сумма ожидаемой экономии, подлежащая учету при определении годового экономического эффекта, складывается из трех основных элементов:

$$\mathcal{E}_\Sigma = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3, \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}_\Sigma$  — общая сумма ожидаемой экономии;

$\mathcal{E}_1$  — размер ожидаемой экономии годного металла в результате точного определения границы усадочной раковины;

$\mathcal{E}_2$  — размер ожидаемой экономии годного металла, обусловленный введением алгоритма раскроя проката;

$\mathcal{E}_3$  — величина ожидаемой экономии средств в результате выбраковки дефектного металла на начальной стадии технологического процесса.

В связи с тем, что на стадии проектирования системы радиационного контроля качества горячего проката отсутствуют исходные данные, необходимые для расчета первых двух составляющих суммарного годового эффекта, в настоящее время ставится более узкая задача: определить минимальный процент экономии годного металла, обеспечивающий окупаемость системы в срок, не превышающей нормативного срока окупаемости.

Абсолютная величина ожидаемого экономического эффекта определяется по формуле

$$Д = \mathcal{E}_\Sigma - W_{п.п}, \quad (2)$$

$$W_{п.п} = C_c + E_n K_c, \quad (3)$$

где  $\mathcal{E}_\Sigma$  — величина ожидаемой экономии, обусловленная внедрением системы радиационного контроля качества горячего проката;

$W_{п.п}$  — годовые приведенные затраты, обусловленные разработкой, внедрением и эксплуатацией системы контроля;

$C_c$  — годовые текущие расходы, обусловленные эксплуатацией системы;



$K_c$  — полные капитальные вложения в систему контроля;  
 $E_n$  — нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности — 0,15.

Величина полных капитальных вложений в систему радиационного контроля определяется как сумма стоимости СЭВМ, стоимости разработки механической части, стоимости всей автоматики системы, стоимости радиационной головки и изотопа, стоимости разработки и изготовления оснастки и монтажа системы.

Размер годовых текущих расходов определяется по формуле

$$C_c = C_z + C_a + C_p + C_э + C_{осн}, \quad (4)$$

где  $C_c$  — суммарные годовые текущие расходы;

$C_z$  — заработная плата обслуживающего персонала за год;

$C_a$  — амортизация оборудования;

$C_p$  — затраты на текущий ремонт установки;

$C_э$  — затраты на электроэнергию;

$C_{осн}$  — затраты, связанные с эксплуатацией оснастки.

1. Затраты на заработную плату определяются по формуле

$$C_z = S_{\text{час}} \cdot P \cdot K_q \cdot K_p \cdot K_n \cdot K_g \cdot \mu_p, \quad (5)$$

где  $S_{\text{час}}$  — часовая тарифная ставка обслуживающего персонала;

$P$  — численность персонала, обслуживающего систему радиационного контроля;

$K_q$  — процент, определяющий размер фонда премий и доплат;

$K_n$  — процент отчислений в фонд социального страхования;

$K_g$  — действительный фонд времени работы;

$\mu_p$  — коэффициент, учитывающий степень занятости обслуживающего персонала (1);

$K_p$  — районный коэффициент.

2. Годовой фонд амортизационных отчислений определяется по формуле

$$C_a = \frac{C_c \cdot \alpha d}{100} + \frac{C_{из}}{T_{\text{пог}}}, \quad (6)$$

где  $C_c$  — цена системы контроля без изотопа и оснастки;

$\alpha d$  — процент амортизационных отчислений;

$C_{из}$  — цена изотопа;

$T_{\text{пог}}$  — период погашения стоимости изотопа.

3. Сумма расходов на текущий ремонт системы за год ориентировочно принимается равной ежегодным отчислениям на капитальный ремонт

$$C_p = \frac{H \cdot C_a}{100}, \quad (7)$$

где  $H$  — норма ежегодных отчислений на капитальный ремонт.

4. Определение величины годовых расходов на электроэнергию

$$C_э = N_d \cdot K_n \cdot K_{\text{п}} \cdot t_{\text{шк}} \cdot P_r \cdot S, \quad (8)$$

где  $N_d$  — потребляемая мощность;

$K_n$  — коэффициент загрузки электродвигателя по мощности;

$K_{\text{п}}$  — потери в сети завода;

$t_{\text{шк}}$  — калькуляционное время на просвечивание одного изделия.

Это время определяется скоростью движения проката по технологическому процессу, длиной проката.

$P_r$  — годовая программа просвечиваемых изделий;

$S$  — стоимость 1 квт/час электроэнергии.

5. Определение размера затрат, обусловленных эксплуатацией оснастки:

$$C_{\text{осн}} = \frac{Ц_{\text{осн}} \cdot \alpha_{\text{осн}}}{100}, \quad (9)$$

где  $Ц_{\text{осн}}$  — стоимость оснастки;

$\alpha_{\text{осн}}$  — годовой процент амортизационных отчислений.

Годовые приведенные затраты, обусловленные разработкой, внедрением и эксплуатацией системы радиационного контроля, будут экономически оправданы только в том случае, если проектируемая система контроля обеспечит получение вполне определенной экономии годного металла, превышающей эти затраты:

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 > C_c + E_n \cdot K_c. \quad (10)$$

В настоящее время первые два элемента годового экономического эффекта рассчитать не представляется возможным, т. к. система не внедрена в производство. Что касается величины  $\mathcal{E}_3$  экономии от выявления брака на начальной стадии технологического процесса, то она может быть определена по данным Ижевского металлургического завода.

В настоящее время контроль качества продукции стана «Блюминг» производится только после операций наждачной очистки и прокатки на стане «450». По данным завода, при этом бракуется 0,5—1% от общего количества металла. После внедрения системы радиационного контроля качества проката предполагается выявлять бракованные участки металла непосредственно после прокатки на блюминге.

В таком случае можно сэкономить средства, расходуемые на очистку и прокатку (на стане «450») бракованного металла.

Размер годовой экономии по этому фактору определяется по формуле

$$\mathcal{E}_3 = \sum_{i=1}^k S_{\text{обр}} \cdot \delta_{\text{бр}} \cdot П_r, \quad (11)$$

где  $k$  — количество операций по техпроцессу между операцией прокатки на блюминге и операций контроля;

$S_{\text{обр}}$  — стоимость обработки 1 т металла на каждой операции;

$\delta_{\text{бр}}$  — процент бракованного металла (0,5—1);

$П_r$  — годовая программа выпуска металла.

Минимальную величину экономии металла, при достижении которой разрабатываемая система контроля будет экономически оправдана, можно получить из следующего равенства:

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 = C_c + E_n \cdot K_c \quad (12)$$

или

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = C_c + E_n K_c - \mathcal{E}_3. \quad (13)$$

Из этого равенства получаем формулу для определения минимального процента экономии годового металла  $\Delta q$ , при превышении которого проектируемая система обеспечивает получение экономического эффекта:

$$\Delta q = \frac{(C_c + E_n K_c) - \mathcal{E}_3}{П_r \cdot C_{\text{ср.м}}} \cdot 100, \quad (14)$$

где  $C_{\text{ср.м}}$  — средневзвешенная хозрасчетная себестоимость 1 т. годного металла;

$П_r$  — программа выпуска годного металла за год.

Расчеты показали, что применение на Ижевском металлургическом заводе проектируемой системы радиационного контроля качества горячего проката и автоматического управления раскромом будет экономически целесообразным только в том случае, если она обеспечит получение экономии годного металла более 0,88%.

В противном случае система окажется неэкономичной.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. И. Кюглер. Гамма-дефектоскопия горячих блюмов на усадочные раковины. «Черные металлы», 11, 12, 1968.
  2. Отчет НИИ ЭИ № 19/70, Томск, 1970.
-