

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИН ИМПУЛЬСНОЙ РЕЗКИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ МАШИН НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

Непрерывная разливка сталей и сплавов – прогрессивный способ получения слитков, имеющий множество технических и экономических преимуществ [1]. В качестве эффективного метода резки непрерывных слитков на заготовки мерной длины может быть использована импульсная (высокоскоростная) резка, разработанная в ХАИ [1–3].

Для импульсной резки, как для любого нового инженерного решения или технологии, актуален ожидаемый экономический эффект при использовании высокоскоростного метода в технологических линиях вновь проектируемых машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) либо при замене имеющегося режущего оборудования импульсным.

Экономический эффект при использовании машин импульсной резки (МИР) в МНЛЗ можно ожидать по двум основным направлениям:

- экономический эффект от замены имеющегося на МНЛЗ режущего оборудования (механических ножниц, газовых резаков) импульсным;
- при использовании МИР производительность МНЛЗ можно увеличить за счет увеличения скорости вытягивания слитков, при этом можно сократить количество ручьев МНЛЗ либо общее количество машин непрерывного литья.

Метод расчета экономической эффективности. Для выбора наиболее рационального решения наряду с общей (абсолютной) эффективностью используем сравнительную эффективность как минимум приведенных затрат по вариантам [4]. Сравнимые варианты необходимо привести в сопоставимый вид по всем признакам, кроме того варианта, эффективность которого оценивается. При одновременности затрат по вариантам затраты должны быть приведены к текущему моменту или расчетному году. Это, в частности, позволяет учесть потери от замораживания капиталовложений в процессе длительного инвестиционного процесса.

Рассмотрим основные показатели экономической эффективности, используемые при анализе денежного эффекта использования МИР в составе машин непрерывного литья.

Годовой экономический эффект от внедрения импульсной резки в составе МНЛЗ при сравнении двух вариантов применяемого режущего инструмента можно определить сопоставлением двух вариантов реализации технологической операции резки – базового (например газокислородной резки) и нового (импульсной резки).

Показатель годового экономического эффекта \mathcal{E}_N определяют путем сопоставления приведенных затрат для двух вариантов в соответствии с выражением [4]:

$$\begin{aligned}\mathcal{E}^N &= \mathcal{Z}_{\text{баз}}^N - \mathcal{Z}_{\text{нов}}^N = (C_{\text{баз}}^N + E_H k_{\text{баз}}) - (C_{\text{нов}}^N + E_H k_{\text{нов}}) = \\ &= (C_{\text{баз}}^N - C_{\text{нов}}^N) - E_H (k_{\text{нов}} - k_{\text{баз}}) = \mathcal{E}_{\text{себ}}^N - E_H \Delta k,\end{aligned}\quad (1)$$

где $\mathcal{Z}_{\text{баз}}^N, \mathcal{Z}_{\text{нов}}^N$ – приведенные затраты по вариантам при заданном годовом объеме работ N , грн;

$C_{\text{баз}}^N, C_{\text{нов}}^N$ – технологическая себестоимость изготовления N изделий (в случае разделения слитков – технологическая себестоимость резки N заготовок) в базовом и новом вариантах соответственно, грн;

$k_{\text{нов}}, k_{\text{баз}}$ – капитальные вложения по вариантам, грн;

E_H – отраслевой нормативный коэффициент экономической эффективности;

$\mathcal{E}_{\text{себ}}^N$ – экономия (дополнительная прибыль) от снижения себестоимости изготавливаемой продукции за год со времени освоения нового технологического процесса, грн;

Δk – дополнительные капитальные вложения, необходимые при внедрении нового варианта технологического процесса, грн.

Для операции разделения непрерывных слитков формула (1) может быть приведена к виду

$$\mathcal{E}^N = (C_{\text{баз.уд}}^N - C_{\text{нов.уд}}^N) \cdot A_2 - E_H \Delta k,\quad (2)$$

где $C_{\text{баз.уд}}^N, C_{\text{нов.уд}}^N$ – удельная технологическая себестоимость изготовления (резки на заготовки мерной длины) 1 т слитков в базовом и новом вариантах соответственно, грн;

A_2 – масса разрезанного металла, т.

Годовая экономия $\mathcal{E}_{\text{себ}}^N$ может быть определена по формуле [4]

$$\mathcal{E}_{\text{себ}}^N = C_{\text{баз}}^N - C_{\text{нов}}^N.\quad (3)$$

Дополнительные капитальные вложения Δk представляют собой разность капитальных вложений по сравниваемым вариантам при одинаковых годовых масштабах их использования (при $k_{\text{нов}} > k_{\text{баз}}$) [4]:

$$\Delta k = k_{\text{нов}} - k_{\text{баз}}.\quad (4)$$

Суммарные капитальные вложения по вариантам $k_{\text{баз}}$ и $k_{\text{нов}}$ зависят от количества единиц режущего оборудования $n_{\text{баз}}$ и $n_{\text{нов}}$, необходимого для выполнения годовой программы выпуска продукции; потребное количество режущих машин в базовом и новом вариантах определяется их производительностью.

Количество оборудования n_i , необходимое для выполнения годовой программы, можно определить по формуле

$$n_i = \frac{A_2}{PR_i \cdot \Phi_0}, \quad (5)$$

где PR_i – производительность работы i -го режущего оборудования, т/ч;
 Φ_0 – действительный фонд рабочего времени оборудования (для установок непрерывного литья стали величина Φ_0 определяется не количеством рабочих смен, а графиком процесса непрерывной разливки, который, в свою очередь, определяется заказами предприятия и экономическими расчетами).

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений $T_{ок}$ определяет период времени, в течение которого дополнительные капитальные вложения нового варианта будут возмещены за счет экономии от снижения себестоимости (дополнительной прибыли) [4]:

$$T_{ок} = \frac{\Delta k}{\mathcal{E}_{себ}^N}. \quad (6)$$

Коэффициент экономической эффективности E является величиной, обратной $T_{ок}$. Он определяет размер годовой экономии, приходящейся на одну денежную единицу дополнительных капитальных вложений [4]:

$$E = \frac{1}{T_{ок}} = \frac{\mathcal{E}_{себ}^N}{\Delta k}. \quad (7)$$

Экономический эффект при замене имеющегося режущего оборудования импульсным. Для расчета необходимо использовать реальные данные по маркам и количеству разрезанного металла A_2 , номенклатуре разделяемых слитков и применяемому способу резки, используемой скорости разливки и производительности режущего оборудования PR_i , которая определяет необходимое для обеспечения требуемой производительности количество единиц режущего оборудования.

Для расчета необходимы актуальные рыночные (заводские) цены на используемые при резке ресурсы (природный газ, сжатый воздух, кислород, электроэнергию). Необходимо также учитывать безвозвратные потери металла для каждого из вариантов (базового и нового), затраты на амортизацию и текущий ремонт и содержание основных средств

Примечание. При сравнении двух вариантов – газовой и высокоскоростной резки – затратами природного газа, обусловленными горением газовой горелки в дежурном режиме, можно пренебречь [3]. При этом реальные затраты природного газа при использовании газового режущего оборудования выше.

Сравнивая полученные величины суммарной себестоимости резки по вариантам, можно определить экономию от снижения себестоимости изготавливаемой продукции за год со времени освоения нового технологического процесса

Экономический эффект за счет повышения производительности МНЛЗ при использовании метода высокоскоростной резки. При использовании импульсного режущего оборудования взамен имеющегося производительность МНЛЗ можно увеличить за счет увеличения скорости вытягивания слитков (до 6...12 и более метров в минуту). При этом можно сократить количество ручьев МНЛЗ или общее количество машин непрерывного литья. Такая экономия позволяет сократить капитальные затраты k на изготовление новых машин импульсной резки (ручьев МНЛЗ) либо снизить затраты на эксплуатацию МНЛЗ при сокращении количества используемых режущих агрегатов.

Выводы

1. На основании принятой методики расчета экономической эффективности предложена схема определения ключевых экономических показателей, характеризующих экономический эффект при использовании МИР в составе МНЛЗ.

2. Рассмотрены особенности количественной оценки экономического эффекта при замене имеющегося режущего оборудования МНЛЗ импульсным и за счет повышения производительности МНЛЗ при использовании МИР.

3. Определение экономической эффективности внедрения режущего оборудования импульсного действия в производство может быть проведено на основании данных о внедрении МИР на заводах различных государств (России, Украины, Германии, бывших советских республик и др.). Такие расчеты проводят на основании современных рыночных цен на используемые ресурсы: природный газ, сжатый воздух, кислород, электрическую энергию.

Список использованных источников

1. Планковский С. И. Перспективы применения импульсной резки в машинах непрерывного литья заготовок / С. И. Планковский, С. А. Мазниченко, Е. Е. Хитрых // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н. Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 43(4). – Х., 2005. – С. 85–91.

2. Khytrykh E. Finite element analysis of impulse cutting processes // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н. Е. Жуковского «ХАИ». – Х., 2007. – Спец. выпуск «Новые технологии в машиностроении». – С. 28–33.

3. Импульсная резка горячего металла / В. С. Кривцов, А. Ю. Боташев, А. Н. Застела и др. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2005. – 476 с.

4. Гавва В. Н. Экономическая оценка инженерных решений: Учеб. пособие / В. Н. Гавва, М. А. Голованова. – Х.: Гос. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 1999. – 135 с.

Поступила в редакцию 27.10.09.

*Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Н. Кобрин,
Национальный аэрокосмический университет
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков*