

УДК 669.184.288:669.5.004.82

Ульянов В.П., Булавин В.И., Ульянова И.В., Артамонов А.П.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ПЫЛЕЙ И ШЛАМОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПЕРЕДЕЛОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ МЕТАЛЛИЗОВАННЫХ ОКАТЫШЕЙ

Введение. На Магнитогорском металлургическом комбинате (ОАО «ММК», Россия) в водогазоочистных системах доменного, сталеплавильного и прокатного производств ежегодно (текущий выход) образуется свыше 600 тыс. т железосодержащих пылей и шламов (ЖПШ). Кроме того, в гидрозолопородотвалах и шламохранилищах накоплено, соответственно, более 2 млн. т конвертерных и доменных и более 5 тыс. т маргеновских шламов.

Оценка указанных ЖПШ, как вторичного железосодержащего сырья показала, что массовая доля железа в них составляет от 40 до 72 %, что свидетельствует об их высокой ценности как металлургического сырья. С целью снижения затрат на складирование, удовлетворения требований по защите окружающей среды, а также замены дефицитных и дорогостоящих железорудного сырья и металлолома целесообразно вовлечение ЖПШ в полном объеме (текущие и накопленные) в сферу ресурсопотребления комбината.

Наличие в основной массе ЖПШ вредных примесей (в основном, цинк и свинец, – данные комбината по качественному и количественному составу ЖПШ) являются основной причиной, сложившейся в настоящее время на комбинате диспропорции между их образованием и утилизацией. Вовлечение ЖПШ в сферу металлургических переделов требует внедрения технологического процесса переработки их в кондиционные материалы с одновременным выделением примесей цветных металлов (цинк, свинец и другие) в продукт, пригодный для дальнейшего использования. Однако, извлечение цинка из ЖПШ сталеплавильного и до 70 % ЖПШ доменного производств для предприятий черной металлургии является проблемой до настоящего времени, так как он присутствует в них в виде трудновосстанавливаемых соединений (ферритов, силикатов, сульфатов, сульфидов). В этой связи известные в отечественной и зарубежной практике гравитационные методы обесцинкования (извлечение оксида цинка) на стадии подготовки ЖПШ к утилизации неприемлемы. Использование же ЖПШ в агломерационном производстве без предварительного обесцинкования приводит к тому, что указанные выше соединения цинка полностью переходят в агломерат, блокируя его способность к восстановлению, вследствие чего при доменной плавке он опускается в нижние горизонты печи недовосстановленным. Последствия такого явления общеизвестны: увеличение расхода кокса на прямое восстановление железа и цинка, образование железистых шлаков, похолодание низа печи.

С учетом необходимости ускоренного решения проблемы утилизации некондиционных ЖПШ нами разработана, испытана в опытных условиях ОАО «НЛМК» новая эффективная технология переработки различных видов железосодержащих отходов водогазоочисток [1,2]. Преимуществами технологии по сравнению с вышеперечисленными, являются: обеспечение возможности извлечения цинка, присутствующего в виде трудновосстанавливаемых соединений, и других вредных примесей (свинец, натрий и калий, хлор, сера, фосфор); использование в качестве вспомогательных материалов отходов других производств комбината (жидкие нефтесодержащие отходы, отходы производства извести и доломита, отходы КХП), а также типового оборудования, опыт применения и эксплуатации которого имеется на комбинате. Технология предусматривает получение металлизированного продукта, пригодного для использования в сталеплавильном или доменном производствах (металлизированные окатыши) или агломерационном производстве (железосодержащий восстановленный порошок). В основу технологии положен принцип: получение сырьевой смеси с высокой степенью однородности, ее окомкование и термообработка. Основные компоненты – железосодержащие пыли и шламы; вспомогательные – пылевидные отходы обжига доломита, отходы производства извести, маслоотходы прокатного производства, общезаводские отработанные нефтепродукты, отходы КХП. Нефтепродукты, входящие в состав маслокалиносодержащих отходов, и общезаводские отработанные нефтепродукты обеспечивают возможность замены традиционного твердого восстановителя (кокс, уголь) при одновременном увеличении степени обесцинкования и металлизации, а также окомкования сырьевой смеси.

Термическую обработку сырьевой смеси производят во вращающейся печи, обеспечивающей противоточную обработку сырьевой смеси продуктами сжигания топлива в циклонной печи и отсос отходящих газов.

С учетом опыта применения разработанной технологии на ОАО «НЛМК» (Россия) и «МК им. Ильича» (Украина) нами выбран оптимальный вариант утилизации ЖПШ на ОАО «ММК» – переработка их в металлизированный продукт с использованием вышеописанной технологии и на её основе разработано

технологическое задание (ТЛЗ) [3] для выполнения проектной организацией рабочего проекта и проектно-сметной документации на строительные-монтажные работы установки подготовки и комплексной переработки некондиционных железосодержащих пылей и шламов.

При разработке технологического задания проведены исследования, в результате которых определены оптимальные параметры основных стадий процесса комплексной переработки некоторых типов некондиционных ЖПШ доменного, сталеплавильного и прокатного производств, произведен выбор оборудования для технологической схемы переработки.

Необходимость внедрения разработанной технологии переработки ЖПШ очень важно оценить с точки зрения экономической целесообразности и, прежде всего, с оценки эффективности вложения инвестиций и расчета экономического эффекта от внедрения новой техники.

Изложение основного материала. В настоящей работе дана ориентировочная оценка эффективности вложения инвестиций и приведен расчет экономического эффекта от внедрения новой технологии.

Основным условием выгодного вложения капитала (инвестиций) в создание установки и развитие производства переработки не утилизируемых ЖПШ является эффективность его вложения.

Реальные инвестиции – это вложение средств в создание новой системы переработки и утилизации ЖПШ; наращивание ее производственной мощности на основе новой технологии переработки; освоение продуктов переработки (металлизированные окатыши) как товарной продукции; расходы на экологию. При оценке экономической эффективности инвестиций учитываются не только прямые затраты, включающими капитальные вложения в основные фонды установки переработки и оплату труда обслуживающего персонала, но и косвенные затраты, связанные с затратами на экологическую безопасность, повышение квалификации и подготовки кадров, увеличение инновационного технического уровня продукции, повышение доли наукоемкости ее и применяемой технологии переработки.

Вложение инвестиций в переработку железосодержащих пылей и шламов основных металлургических переделов имеет огромное значение для будущего положения предприятия. С их помощью осуществляется возможность расширенного воспроизводства основных средств как производственного, так и непроизводственного характера, укрепляется материально-техническая база. Это позволит комбинату увеличить объем производства основной продукции (чугун, сталь), прибыли, улучшить условия труда и быта работников комбината.

Одним из основных показателей при анализе реальных инвестиций являются приобретение основных средств и строительные-монтажные работы установки переработки ЖПШ, обеспечение трудовыми и материальными ресурсами, учет индекса цен, процентной ставки за кредит и величины налога на недвижимость. Расчет и оценку эффективности таких инвестиций необходимо предусматривать при разработке проектной организацией рабочего проекта и проектно-сметной документации на строительные-монтажные работы.

В данной работе дана ориентировочная оценка эффективности вложения инвестиций на внедрение технологии комплексной переработки ЖПШ. Оценка выполнена в соответствии с существующими методиками [4]. Для оценки эффективности вложения инвестиций использовали следующую систему показателей: срок окупаемости инвестиций; индекс рентабельности; индекс доходности инвестиций и точка безубыточности.

Критерий целесообразности реализации инвестиций устанавливается длительностью срока окупаемости – для черной металлургии он равняется 6 годам. Срок окупаемости инвестиций – это тот период времени, за который доходы от реализации продуктов ЖПШ покрывают единовременные затраты на создание установки переработки (капитальные и предпроизводственные затраты). Для его расчета использовали формулу:

$$T = K/P_{\text{ч}} + A \leq T_{\text{эо}}, \quad (1)$$

где T – срок окупаемости инвестиций, лет; K – полная сумма на реализацию вложенных инвестиций (капитальные и производственные затраты), руб.; $P_{\text{ч}}$ – чистые поступления (чистая прибыль) в первый год реализации вложенных инвестиций при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.; A – амортизационные отчисления на полное восстановление основных средств в расчета на год реализации инвестиций при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.; $T_{\text{эо}}$ – экономически обоснованный срок окупаемости, равный 6 годам.

Чистую прибыль определяли по формуле: $P_{\text{ч}} = \Pi \cdot (1 - N)$, где Π – общая денежная масса (прибыль) от реализации металлургических окатышей, как товарного продукта, в первый год реализации инвестиций. Для массы получаемых металлургических окатышей 356663 т/год (реализация их по цене 3180 руб/ т металлургических окатышей ОАО «ОЭМК») она составляет 1134188340 руб/год.

Н – норматив налога на прибыль в долях единицы (в РФ он составляет 0,3).

Ориентировочные капитальные вложения на внедрение установки переработки ЖПШ составляют 243068000 руб., в том числе стоимость оборудования (затраты на изготовление нестандартного оборудования и его поставки, комплектацию покупным оборудованием и средствами КИП и А) 158433560 руб. (на оборудование подготовки шихтовых материалов и получения металлизированных окатышей, соответственно, 28130210 и 130303350 руб.); затраты на строительные-монтажные (в том числе шефмонтаж) 78034440 руб.; затраты на пуско-наладочные работы 2400000 руб. Затраты на предпроизводственные работы ТЛЗ, рабочий проект, чертежи нестандартного оборудования, проект системы автоматического управления технологическим процессом) 4200000 руб.

Оценка стоимости оборудования выполнена после консультации с ОАО «Машзавод «ПРОГРЕСС» (Украина).

Реальные капитальные затраты будут оценены проектной организацией (Магнитогорским ГИПРОМЕЗом) при разработке рабочего проекта и проектно-сметной документации на строительные-монтажные работы на основании разработанного нами ТЛЗ.

В дальнейших расчетах показателей принимается срок окупаемости 1 год.

Оценивая эффективность инвестиций, надо принимать во внимание не только срок их окупаемости, но и доход на вложенный капитал, т.е. учитывать следующие показатели: индекс доходности инвестиций (ИД), индекс доходности затрат использования инвестиций (ИДЗ), уровень (точка) безубыточности (ТБ).

При расчете указанных показателей, прежде всего, необходимо определить показатель финансовой реализуемости вложения инвестиций (ФРИ) и потребность в дополнительном финансировании (ПФ) создания установки переработки ЖПШ.

Показатель финансовой реализуемости инвестиций

$$\text{ФРИ} = \text{Д} - \text{К} - \text{ПК} \geq 0, \quad (2)$$

где Д – сумма чистой прибыли (П_ч) и амортизации (А), при условии, что шаг расчета равен 1 году (т.к. в данной работе неизвестны нормативные значения), руб.; ПК – налог на прибыль, руб. (для условий ММК налог на прибыль составляет 24 % от общей денежной массы прибыли).

Отсюда

$$\text{ФРИ} = (\text{Пч} + \text{А}) - \text{К} - \text{ПК}.$$

Потребность в дополнительном финансировании не требуется, так как расчет показал, что ПФ = - 573226098 руб.

Индекс доходности инвестиций (ИД) определяли соотношением суммы чистой прибыли и амортизации и суммы инвестиционных (капитальных) затрат, исходя из заданного условия (для данной работы), что шаг расчета равен одному году использования инвестиций

$$\text{ИД} = \text{Д}/\text{К} = (\text{Пч} + \text{А})/\text{К}. \quad (3)$$

Расчетные значения срока окупаемости и индекса доходности инвестиций судят о высокой эффективности, а, следовательно, о целесообразности и оправданности вложения инвестиций в создаваемую установку. Однако, оценить реальную эффективность вложения инвестиций возможно лишь по сравнению с нормативными значениями показателей, т.е. в процессе эксплуатации установки.

Индекс доходности затрат (ИДЗ) отражает отношение суммы накапливаемых притоков денежных средств к сумме накапливаемых денежных оттоков. В данной работе расчет этого показателя отнесен к одному году, из условия, что срок окупаемости равен 1 году. Таким образом,

$$\text{ИДЗ} = \text{РП}/(\text{С} + \text{К}), \quad (4)$$

где РП – стоимость реализованной металлизированной продукции весь период использования инвестиций, т.е. 1 год (т.к. срок окупаемости равен 1 году) руб., С – сумма эксплуатационных затрат (текущих издержек) за весь период использования инвестиций, включая налог на прибыль, руб.

Значение этого показателя показывает, что значительная часть оттоков денежных средств, вызванных инвестиционной деятельностью, возникает на нулевом шаге, т.е. при затратах на создание установки. Другая часть накапливаемых оттоков денежных средств, включающая себестоимость продукции и налоги из прибыли, равномерно возрастает при эксплуатации установки. Это видно при анализе соотношения между показателями ИДЗ, сроком окупаемости и чистым доходом.

Вторым методом расчета ожидаемой экономической эффективности вложения инвестиций является определение точки безубыточности функционирования комбината (с использованием установки переработки ЖПШ), характеризующая уровень доходности работы комбината, его прибыльность и величину синергии (политического эффекта от увеличения темпов роста объема производства и реализации металлизированной продукции. Величина точки безубыточности, выраженная в натуральном изменении, рассчитывается по формуле

$$T_b = Z_p \cdot M / C, \quad (5)$$

где Z_p – постоянные затраты на единицу продукции (себестоимость), руб.; M – масса производимой и реализуемой металлизированной продукции, т/год; C – цена единицы массы металлизированной продукции, руб/т.

Расчет показывает, что при производстве 356663 т/год металлизированной продукции уровень безубыточности наступит после реализации 17920,6 т продукции. Экономический смысл уровня безубыточности состоит в том, что он характеризует тот минимальный объем дохода комбината по переработке и утилизации ЖПШ, ниже которого установка будет работать убыточно, вследствие высокого уровня постоянных расходов.

Для характеристики эффективности инвестиционных вложений очень важен относительный показатель – индекс рентабельности (JR), который рассчитывали по формуле

$$JR = F/N, \quad (6)$$

где F – ожидаемая сумма дохода в течение срока окупаемости (1 год), руб., N – ожидаемая сумма начальный инвестиций (кап. затраты), руб.

Величина коэффициента рентабельности (JR) характеризует уровень отдачи инвестиций на вложенный капитал: вложение инвестиций считается эффективным, если его рентабельность превышает 1 (в данном случае $JR = 4,67 > 1$).

Расчет годового (ожидаемого) экономического эффекта от внедрения предложенной технологии (в виде ТЛЗ) переработки ЖПШ, обеспечивающей получение товарной продукции, – металлизированных окатышей на ММК выполнен двумя способами:

1. Путем сравнения с базовым вариантом – планируемым (действующей технологии получения металлизированной продукции на комбинате нет) на комбинате внедрением технологии получения металлизированного продукта в камерной печи с вращающимся подом фирмы «СМС ДЕМАГ».

2. Путем замены приобретаемых (покупных) металлизированных окатышей металлизированной продукцией, получаемой в результате внедрения предложенной технологии.

По первому способу расчет производился по формуле

$$\Delta_1 = (Z_1 - Z_2) \cdot A_2 = [(C_1 + E_n \cdot y_1) - (C_2 + E_n \cdot y_2)] \cdot A_2, \quad (7)$$

где Z_1 и Z_2 – приведенные затраты на единицу производимой металлизированной продукции, соответственно, по базовым технологиям;

$$Z_1 = C_1 + E_n \cdot y_1; \quad Z_2 = C_2 + E_n \cdot y_2, \quad (8)$$

где C_1 и C_2 – производственная себестоимость единицы продукции, соответственно, по базовой и предложенной технологиям; y_1 – удельные капитальные затраты по базовому варианту:

$$y_1 = K_1/A_1, \quad (9)$$

где K_1 – капитальные затраты (в том числе предпроизводственные); A_1 – количество получаемой металлизированной продукции в год по базовому варианту; y_2 – удельные капитальные затраты по предложенной технологии:

$$y_2 = K_2/A_{12}, \quad (10)$$

где K_2 – капитальные затраты (в том числе предпроизводственные); A_2 – количество получаемой металлизированной продукции в год по предлагаемой технологии; E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15.

По второму способу расчет производился по формуле

$$\mathcal{E}_2 = \Pi - E_n \cdot K_2, \Pi = \mathcal{C} - C_2 \cdot A_2, \quad (11)$$

где Π – планируемая прибыль от реализации новой продукции (металлизированных окатышей) по истечению срока окупаемости (1 год); \mathcal{C} – оптовая цена (без налога с оборота).

Расчет годового (ожидаемого) экономического эффекта производился в соответствии с методикой, приведенной в [5].

При определении годового фактического экономического эффекта внедрения предложенной технологии необходимо учитывать данные отчетных калькуляций и сводного учета затрат, отражающих реально сложившиеся затраты и объемы производства металлизированной продукции.

Выводы. Оценка эффективности вложения инвестиций и расчет эффекта показали положительную тенденцию внедрения новой технологии переработки железосодержащих отходов ОАО «ММК» с получением металлизированных окатышей.

Литература

1. А.с. СССР № 1610197. Способ переработки цинксодержащих отходов металлургического производства/ В.П. Ульянов, А.С. Смирнов, В.Я. Дмитриев и др. / Открытия. Изобретения. 1990. № 44.
2. Ульянов В.П., Булавин В.И., Дмитриев В.Я. и др. Переработка некондиционных железосодержащих пылей и шламов металлургических переделов // Сталь, 2002. – № 12. – С. 69–75.
3. Патент Российской Федерации № 2404271. Способ переработки некондиционных железо- и цинксодержащих отходов металлургического производства / Патентообладатель ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»/ № 2009107657/02; заявлено 03.03.2009; опубл. 20.10.2010. Бюл. № 32.
4. Крылов Э.И., Власова В.М., Журавкова И.В. Анализ эффективности инвестиционной и инновационной деятельности предприятия. – М.: Финансы и статистика. –2003. – 608 с.
5. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – М.: ВНИИПИ, 1986. – 56 с.

Bibliography (transliterated)

1. A.s. SSSR # 1610197. Sposob pererabotki cinksoderzhashhih othodov metallurgicheskogo proizvodstva V.P. Ul'janov, A.S. Smirnov, V.Ja. Dmitriev i dr. Otkrytija. Izobretenija. 1990. # 44.
2. Ul'janov V.P., Bulavin V.I., Dmitriev V.Ja. i dr. Pererabotka nekondicionnyh zhelezosoderzhashhih pylej i shlamov metallurgicheskikh peredelov Stal', 2002. – # 12. – p. 69–75.
3. Patent Rossijskoj Federacii # 2404271. Sposob pererabotki nekondicionnyh zhelezo- i cin-ksoderzhashhih othodov metallurgicheskogo proizvodstva Patentoobladatel' ОАО «Magnitogorskij metallurgicheskij kombinat»/ # 2009107657/02; zajavleno 03.03.2009; opubl. 20.10.2010. Bjul. # 32.
4. Krylov Je.I., Vlasova V.M., Zhuravkova I.V. Analiz jeffektivnosti investicionnoj i innovaci-onnoj dejatel'nosti predpriatija. – М.: Finansy i statistika. –2003. – 608 p.
5. Metodika (osnovnye polozhenija) opredelenija jekonomicheskoy jeffektivnosti ispol'zovanija v na-rodnom hozjajstve novej tehniki, izobretenij i racionalizatorskih predlozhenij. – М.: VNIPI, 1986. – 56 p.

УДК 669.184.288:669.5.004.82

Ульянов В.П., Булавин В.И., Ульянова И.В., Артамонов А.П.

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ КОМПЛЕКСНОЇ ПЕРЕРОБКИ ЗАЛІЗОВМІСНОГО ПИЛУ І ШЛАМІВ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПЕРЕДІЛІВ ІЗ ЗДОБУТТЯМ МЕТАЛІЗОВАНИХ ОКАТИШЕЙ

Розроблено та випробувано нову технологію переробки різних видів відходів газоочисток металургійних комбінатів, що містять залізо. Дана технологія передбачає: а) одержання цільового продукту (металізованих окатишів); б) добування з відходів цинку та свинцю; в) використання відходів інших виробництв металургійних комбінатів. Оцінка ефективності вкладення інвестицій та розрахунок економічного

ефекту показали позитивну тенденцію впровадження нової технології переробки залізовмісних відходів з одержанням металізованих окатишів.

Ul'yanov V.P., Bulavin V.I., Ul'yanova I.V., Artamonov A.P.

ECONOMIC EVALUATION OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF COMPLEX PROCESSING OF DUSTS AND SHLAMMS OF METALLURGICAL REDISTRIBUTIONS WITH RECEIPT OF PREREDUCED PELLETS

The new technology for various kinds processing of a ferruginous waste of water gas purifying of metallurgical combines is developed and tested. The yielded technology provides: main product reception (prereduced pellets) extraction a zinc and lead from waste; recovery of other productions of metallurgical combines. The estimation of efficiency of an investment of investments and economic benefit calculation had shown the positive tendency of introduction of new technology of processing of a ferruginous waste with reception prereduced pellets.