

ОТХОДЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА: УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ

Для Свердловской области, насыщенной промышленными предприятиями, характерно большое количество объемов образования и накопления техногенных отходов производства, в основном представленных отходами горнодобывающих отраслей и металлургии. В настоящее время в мировой практике эффективные химические технологии переработки отходов металлургических производств разработаны недостаточно, в результате чего количество таких отходов постоянно возрастает. Многие виды образующихся отходов обладают ценными потребительскими свойствами и могут быть использованы для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг и получения энергии.

Важным моментом практической реализации подобных проектов является выбор эффективных методов прогнозирования объемов отходов, с целью дальнейшего планирования производственной программы и управления окружающей средой. Для прогнозирования возможных экологических ситуаций локальной области мы предлагаем использовать известную модель «хищник-жертва» в рамках функционирования динамической системы «природа-производство». Объектом исследования являются окрестности г. Краснотурьинска Свердловской области, где размещены отходы ОАО «Филиал БАЗ-СУАЛ» – красный шлам.

Анализ динамики влияния отходов производства на экологическую обстановку привел к модели, описываемой системой двух нелинейных дифференциальных уравнений типа «потребитель-ресурс» [1]:

$$\frac{dx}{dt} = -ax + bxy \quad (1)$$

$$\frac{dy}{dt} = cy - dxy \quad (2).$$

В этой конкретной модели «ресурс» (y) – площадь потенциального размещения на выбранной территории, «потребитель» (x) – масса годовых отходов глиноземного производства. Численно рассчитанная траектория [2] показывает, что единственная точка, когда колебания отсутствуют – стационарная точка, ее фазовые координаты $y_{cm} = 472 \text{ км}^2$, $x_{cm} = 75000 \text{ т/год}$,

т. е. вблизи стационарной точки как по площади, так и по отходам, система может находиться в состояниях, близких к равновесным, достижение которого в настоящее время возможно при переработке 95 % годового объема размещаемых отходов.

Координаты стационарной точки [2] через постоянные выражаются следующим образом: $x_{ст} = \frac{c}{d}$; $y_{ст} = \frac{a}{b}$. Следовательно, для уменьшения площади надо уменьшать постоянную a и увеличивать постоянную b или увеличивать их отношение. Для увеличения количества отходов, которые безопасно можно расположить на прилегающих к городу территориях, необходимо (в модели) увеличивать постоянную c и уменьшать постоянную d . Модель позволяет отыскать и такие фазовые траектории вблизи стационарной точки, когда ситуация периодически изменяется, но катастрофических результатов нет ни для экологии, ни для производства глинозема. Если варьировать постоянные в соответствии с изложенной выше целью, то теоретически можно добиться тех же объемов размещения отходов, что и ныне. Фазовые координаты стационарной точки в этом случае: $y_{cm} = 140 \text{ км}^2$; $x_{cm} = 2,0 \cdot 10^6 \text{ т/год}$.

Таким образом, через изучение влияния параметров исходной системы уравнений на ее решение модель указывает дополнительные возможности регулирования экономическими методами процесса размещения отходов с целью стабилизации экологической обстановки и получения экономической выгоды. Следует отметить, что методом реализации данного решения может стать разработка и внедрение качественно новых процессов по переработке техногенных отходов металлургических производств и создаваемых на их основе инновационных технологий, в частности экотехнологий, органично согласованных с природными процессами и поэтому не нуждающихся в параллельной технике по защите среды. Один из таких проектов – экотехнология производства черного железисто-окисного пигмента, сырьем для которого является отход глиноземного производства красный шлам (БАЗ, г. Краснотурьинск). В основу разработки проекта положена научно-исследовательская работа по созданию способа получения пигмента из техногенного сырья [3].

Предлагаемый проект производства можно отнести к разряду инновационных, так как собственно инновационное развитие затрагивает изменение трансформационной (производственной) функции предприятия – технико-технологические инновации, а также ее результатов – товарно-продуктовые инновации. И в том, и в другом случае – это материально-технические инновации. Проект реализуется в рамках малого инновационного предприятия в целях улучшения экологического состояния региона.

Маркетинговые исследования показали, что спрос на предлагаемую к производству продукцию составляет примерно 5–10 тыс. т в год. Пигмент является основой для производства неорганических лаков и красок, не поддерживающих горение, основными потребителями которых являются предприятия газовой и нефтеперерабатывающей промышленности, кроме того, применяется для получения лакокрасочных, строительных материалов и в качестве наполнителя в целлюлозно-бумажной промышленности (облицовочная бумага для мебельной промышленности) и т. д. В рамках проекта разработан план маркетинга, включающий в себя анализ конкурентной среды, в ходе которого была сформулирована конкурентная стратегия предприятия, определена цена реализации, сформулирована ценовая политика, обозначены основные аспекты продвижения и сбыта продукции. Проектом предусмотрено проектирование участка в цехе с непрерывным процессом производства. Планируется приобретение и установка автоматизированной линии по производству черного железистоокисного пигмента. Общая сумма инвестиций по проекту – около 2 млн руб. Расчет финансовых результатов показал, что сумма чистой прибыли по проекту – 2 млн руб. в год.

Экологическая значимость внедрения в производство сырьевых инноваций в данном случае может быть представлена в виде величины предотвращенного экологического ущерба от ухудшения и разрушения почв и земель под воздействием техногенных нагрузок.

Общий предотвращенный ущерб будет складываться из суммы величин ущерба от деградации почв и земель $Y_{\text{дег}}^{\text{п}}$, от загрязнения земель химическими веществами $Y_{\text{х}}^{\text{п}}$ и в результате недопущения к размещению 1 т, либо ликвидации размещенных ранее отходов $Y_{\text{отх}}^{\text{п}}$:

$$Y_{\text{общ}}^{\text{п}} = Y_{\text{дег}}^{\text{п}} + Y_{\text{х}}^{\text{п}} + Y_{\text{отх}}^{\text{п}}$$

где $Y_{\text{дег}}^{\text{п}}$ – ущерб от деградации почв и земель, руб.;

$Y_{\text{х}}^{\text{п}}$ – ущерб от загрязнения земель химическими веществами, руб.;

$Y_{\text{отх}}^{\text{п}}$ – ликвидации размещенных ранее отходов.

Расчет составных компонентов:

$$Y_{\text{дег}}^{\text{п}} = Y_{\text{уд}}^{\text{п}} \times \sum S_j \times K_j,$$

где $Y_{\text{уд}}^{\text{п}}$ – удельный экологический ущерб почве и земельным ресурсам, руб., (для Свердловской области $Y_{\text{уд}}^{\text{п}} = 26$ тыс. руб./га);

S_j – площадь почв и земель, га;

K_j – коэффициент природно-хозяйственной значимости почв и земель j-го типа.

$$Y_{\text{дег}}^{\text{п}} = 26000 \times 244 \times 2,5 = 15860000 \text{ руб.}$$

$$Y_{\text{х}}^{\text{п}} = Y_{\text{уд}}^{\text{п}} \times \sum S_j \times K_j \times K_i^0,$$

где K_i^0 – коэффициент, учитывающий класс опасности i -го химического вещества, ликвидированного в результате переработки (для нетоксичных веществ 0,2).

$$Y_x^p = 26000 \times 244 \times 2,5 \times 0,2 = 3172000 \text{ руб.}$$

$$Y_{отх}^p = Y_{уд}^{отх} \times \sum M_{ик}^{отх} \times K_i^0,$$

где $Y_{уд}^{отх}$ – удельный ущерб окружающей среде в результате размещения 1 т отходов IV класса опасности, руб./т (для Свердлов. обл. составляет 162,4 руб./т.);

$M_{ик}^{отх}$ – объем переработанных (не допущенных к размещению отходов i -го класса опасности от k -го объекта, т.

$$Y_{отх}^p = 162,4 \times 255 \times 0,2 = 8282,40 \text{ руб.}$$

Таким образом, величина общего предотвращенного ущерба от ухудшения и разрушения почв и земель под воздействием техногенных нагрузок будет составлять:

$$Y_{общ}^p = 15860000 + 3172000 + 8282,40 = 19114824 \text{ руб.}$$

Принимая во внимание расчетный срок проекта (10 лет), нужно отметить, что при неизменных коэффициентах и нормативных платах за ущерб, величина суммарного предотвращенного ущерба от ухудшения и разрушения почв и земель под воздействием техногенных нагрузок будет составлять:

$$\sum Y_{общ}^p = 19114824 \times 10 = 191148240 \text{ руб.}$$

Таким образом, приведенные выше расчеты подтверждают эколого-экономическую эффективность разработанной и предлагаемой к внедрению в производство экотехнологии. Реализация данного проекта содержит также и социальный эффект, выражающийся в улучшении условий окружающей природной среды населения города и увеличения занятости вследствие создания нового предприятия.

Список использованных источников

1. *Вольтера В.* Математическая теория борьбы за существование. 1931 / пер. с франц ; под ред. Ю.М. Свиричева. М.: «Наука», 1976.
2. *Амелькин В.В.* Дифференциальные уравнения в приложениях. М.: «Наука», 1987.
3. Патент на изобретение № 2346018 «Способ получения черного железоокисного пигмента», з стрирован в гос. реестре изобретений РФ 10.02.09. Авторы: Г.В. Исмаилова, М.П. Колесникова, А.И. Кузнецов, С.Г. Купцов, Е.А. Никоненко, М.С. Рухлядева, В.И. Соколов.