ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СПОСОБА ПЕРЕРАБОТКИ КАРБОНАТНО-КАЛЬЦИЕВЫХ ОТХОДОВ ВОДОПОДГОТОВКИ В ЦЕЛЯХ ПОЛУЧЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Куликова Д.С.

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

[culikovadaria@yandex.ru](mailto:syvorovaya@mail.ru)

г. Тамбов, Россия

Показано, что в процессе водоподготовки на стадии известкования образуется отход, состоящий в основном из карбоната кальция. Предложен способ и разработана технологическая схема переработки образующего отхода с получением известкового молока, которое может повторно использоваться в процессе известкования воды. Рассчитано, что реализация предложенного способа является экономически выгодной для предприятия, на территории которого образуется отход.

Ключевые слова: карбонатно-кальциевый отход, водоподготовка, эколого-экономическая оценка, переработка, известковое молоко.

Рециклинг, как процесс переработки отходов для их повторного использования в той же технологической операции, является экономически выгодным с точки зрения сбережения природных ресурсов, которые в данном случае не используются. В таком случае говорят о замкнутом технологическом цикле – процессе, в результате которого не образуется отходов производства. Однако на практике для организации такого рода процессов, требуются, как правило, немалые капиталовложения. Для принятия решения о целесообразности рециклинга отходов на начальном этапе проектирования необходимо произвести эколого-экономическую оценку.

На предприятиях топливно-энергетического комплекса вода перед использованием проходит несколько стадий водоподготовки, одной из которых является известкование для снижения временной жесткости. Для данного процесса используют известковое молоко – водную суспензию гидроксида кальция Са(ОН)2.

При известковании воды протекает процесс ее карбонизации с образованием нерастворимого осадка карбоната кальция.

Карбонатно-кальциевые отходы процесса известкования выводятся из очистных сооружений и отправляются на хранение. Помимо СаСО3 отходы содержат примеси (не более 20 % по массе карбоната магния, сульфата железа).

Объем карбонатно-кальциевых отходов водоподготовки весьма существенен. Так, на предприятии ПАО «Квадра» - «Тамбовская генерация», г. Тамбов их образуется около 1,5 тыс. т/год.

В настоящее время данные отходы не перерабатываются и не используются, хранятся на территории предприятия, занимая его значительные площади, тогда как карбонат кальция и получаемые из него продукты могут найти широкое применение в различных отраслях промышленности. Кроме того, из карбоната кальция может быть получено известковое молоко для вторичного использования при водоподготовке.

В связи с этим цель настоящего исследования – провести эколого-экономическую оценку способа переработки карбонатно-кальциевых отходов водоподготовки с получением известкового молока.

Технология получения известкового молока из карбонатно-кальциевых отходов включает следующие технологические стадии:

- термолиз карбонатно-кальциевого отхода;

- измельчение продукта термолиза;

- гидратация продукта термолиза.

В процессе термолиза осуществляется следующая химическая реакция:

СаСО3 ↔ СаО + СО2↑ (1)

Разложение карбоната кальция наблюдается уже при 600˚С. Более высокие температуры (800 - 1000 ˚С) ускоряют этот процесс.

В процессе гидратации осуществляется химическая реакция:

СаО + Н2О ↔ Са(ОН)2 (2)

Произведен расчет и подбор технологического оборудования для реализации данного способа переработки отхода. Процесс термолиза карбонатно-кальциевого отхода предложено осуществлять в шахтной печи марки Ц-105А, производительность 4800 кг/ч. Перед термолизом в целях энергосбережения отход необходимо предварительно подогревать в пластинчатом теплообменнике SL 78. Продукт термолиза необходимо измельчать, для чего можно использовать валковую дробилку с зубчатыми валками ДВЗ 2/500. Осуществлять гидратацию измельченного продукта термолиза (оксида кальция) в реакторе с лопастной мешалкой марки МЛ-3/2, воду на процесс гидратации подавать с помощью центробежного насоса.

Проведена эколого-экономическая оценка технологической схемы с учетом стоимости подобранного оборудования (основной фонд), энергопотребления, а также затрат на заработную плату предполагаемым рабочим. Расчет произведен с учетом производительности по переработанному отходу 7 т/день для восьмичасового рабочего дня. Результаты расчета сведены в таблицу 1. В качестве сырья используется отход, хранящийся на территории предприятия, поэтому затраты на его покупку и доставку отсутствуют.

Таблица 1 - Стоимость переработки 1 т карбонатно-кальциевого отхода

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  ресурса | Единица измерения | Количество | Цена, руб. | Стоимость 1 т, руб. |
| **Основной фонд** | | | | |
| Пластинчатый телпообменник | шт. | 1 | 900000 |  |
| Шахтная печь | шт. | 1 | 1300000 |  |
| Валковая дробилка | шт. | 1 | 1000000 |  |
| Реактор с мешалкой | шт. | 1 | 125000 |  |
| Центробежный насос | шт. | 1 | 21186 |  |
| **ИТОГО** | **шт.** | **5** | **3346186** |  |
| **Энергопотребление** | | | | |
| Пластинчатый теплообменник | кВт∙ч | 3,4 | 3,88 | 15,0 |
| Шахтная печь | кВт∙ч | 7,3 | 3,88 | 32,3 |
| Валковая дробилка | кВт∙ч | 4,7 | 3,88 | 20,8 |
| Реактор с мешалкой | кВт∙ч | 7,5 | 3,88 | 33,1 |
| Центробежный насос | кВт∙ч | 2,2 | 3,88 | 9,7 |
| **ИТОГО** | **кВт∙ч** | **25,1** | **3,88** | **111,0** |
| Покупка сырья и его транспортировка | т | - | - | 0 |
| Оплата труда | чел.∙ч. | 48 | 200 | 1371,4 |
| Отчисления на социальные нужды | % оплаты труда | 26 | 52 | 356,6 |
| Амортизация | % основного фонда | 5 | 167309 | 96,8 |
| Общепроизводственные расходы | % оплаты труда | 10 | 20 | 274,3 |
| Общехозяйственные расходы | % оплаты труда | 20 | 40 | 548,6 |
| **СТОИМОСТЬ** | **руб.** |  |  | **2758,7** |

Результаты расчетов показали, что стоимость переработки карбонатно-кальциевого отхода в гидроксид кальция составляет около 3000 руб./т. При этом из одной тонны карбоната кальция может быть получено около 600 - 700 кг гидроксида кальция. Рыночная стоимость гидроксида кальция, который в настоящее время закупается предприятием для осуществления водоподготовки, составляет около 40 000 руб./т.

Кроме того, предприятие платит за размещение отходов производства и потребления. Так, плата за карбонатно-кальциевый отход составляет 647 руб./т. При его переработке, плата за сырье взиматься не будет.

В данном случае организация переработки образующего отхода водоподготовки с целью получения вторичных материальных ресурсов на территории предприятия, где он производится, является экономически выгодным мероприятием.

Список используемой литературы

1. Гороновский И.Т., Назаренко Ю.П., Некряч Е.Ф. Краткий справочник по химии / Гороновский И.Т., Назаренко Ю.П., Некряч Е.Ф. - Киев: Наукова думка - 1987. - 830с.

2. Грузинов В.П., Грибов В.Д. Экономика предприятия: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2001. - 200 с.