

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ,
СВЯЗАННЫЕ С УТИЛИЗАЦИЕЙ СРЕДСТВ ЭЛЕКТРОНИКИ**

Филков С.В., Ахпашев М.В.

**Научный руководитель канд. биол. наук Барашков В.А.
Сибирский федеральный университет**

Экологические проблемы, связанные с производством средств электроники, обусловлены не только загрязнением окружающей среды продуктами неполной утилизации в процессе производственного цикла, но и с безвозвратными потерями значительного количества ценных материалов, изымаемых из круговорота веществ. До недавнего времени в безвозвратные потери поступало огромное количество драгоценных металлов, запасы которых на Земном шаре стремительно истощаются. На повестку дня приходит необходимость рационального использования этих металлов и возвращение их в круговорот после окончания жизненного цикла электронного изделия. Осознание этой проблемы приводит во многих странах к принятию конкретных шагов по ее решению. В частности в нашей стране еще в 1999 г. Государственный комитет РФ по телекоммуникациям разработал методику комплексной утилизации вторичных драгоценных металлов из отработанных средств вычислительной техники. Извлечение драгоценных металлов из вторичного сырья является частью проблемы использования возвратных ресурсов. С тех пор технологии вторичной переработки отходов электроники стремительно совершенствуются.

По данным зарубежных источников в Великобритании, например, ежегодно образуется до 50000 т отходов печатных плат. Из них только 15 % возвращается для повторной утилизации содержащихся в них ценных металлов. Остальные 85 % безвозвратно теряются на мусорных свалках. Часть отходов, для захоронения которых могла бы понадобиться мусорная свалка, отправляются в Китай для разборки и пиролиза. Причины относительно низкой эффективности такой переработки связаны со следующим: металлы, входящие в состав печатных плат, извлекаются на специальных предприятиях, где стоимость измельчения, обогащения и переплавки оказывается весьма большой. Поэтому экономически оправданно использование только плат с высоким содержанием металлов.

Извлечение драгоценных металлов включает в себя следующие аспекты: нормативно-правовой, организационный, сертификационный, технологический, экологический, экономико-финансовый. Проблема использования вторичного сырья, содержащего драгоценные материалы из компьютеров, периферийного оборудования и иных средств вычислительной техники (СВТ) актуальна в связи с техническим перевооружением отраслей промышленности.

К драгоценным металлам относятся: золото, серебро, платина, палладий, родий, иридий, рутений, осмий, а также любые химические соединения и сплавы каждого из этих металлов. В состав печатных плат входят: стеклополимеры (70 %), медь (16 %), припой (4 %), железо, феррит (от сердечников трансформаторов) (3%), никель (2 %), серебро (0,05 %), золото (0,03 %), палладий (0,01 %), прочие вещества (висмут, сурьма, тантал и т. д.) (<0,01 %).

Последовательность разборки отработанного электронного изделия определяется типом изделия, его конструктивными особенностями и комплектацией. Как правило, она должна выполняться в последовательности, обратной процессу сборки изделия.

Разработанные к настоящему времени технологии позволяют не сжигать, как это делалось раньше, а перерабатывать отработанные платы в полезные изделия. Операции по переработке плат включают в себя измельчение, гранулирование, магнитное разделение, классификацию и электростатическое разделение. Полученные стеклополимерные композиции нашли применение в производстве полимерных емкостей, наполнителей в производстве строительных материалов и др. Однако наибольший интерес представляет выделение из отходов электроники металлов.

Подобными проблемами специалисты заняты во многих странах. В частности, фирма FUBA (Германия) перевела на коммерческую основу выделение от 92% до 95% металлов из отходов с помощью разработанных ею технологий. Операции по извлечению металлов включают в себя приемы, основанные на различиях составляющих материалов в механических, химических и металлургических свойствах. Методы разделения и выделения продуктов из отходов включают механические и механико-гидрометаллургические подходы. Выделение отдельных продуктов может быть основано на различиях в их плотности, магнитных и электропроводных свойствах, химической активности, электропозитивности.

Экономический анализ разработанных технологий в переработке и повторном использовании отходов электроники показал, что примерно 90% действительной стоимости отходов печатных плат заложено в содержании золота и палладия. Однако львиную долю (до 90%) этой стоимости занимает переплавка продуктов электроники. Поэтому экономически выгодна как правило только переработка плат с достаточно высоким содержанием драгоценных металлов (изделия категории Н). К этой категории относятся дискретные компоненты, интегральные схемы, содержащие золото, устройства оптоэлектроники; платы с содержанием драгоценных металлов; платы с золочеными и палладированными контактами и др.

В настоящее время разработаны технологии автоматизированной переработки средств электроники (печатных плат), включающие в себя ряд операций: демонтаж изделия и его последовательное измельчение, которое заканчивается получением порошка. Такой порошок с размером зерна меньше миллиметра может быть сырьем для дальнейшей переработки. На рынке в настоящее время имеются подобные системы измельчения немецкой фирмы Hamos. С помощью гравитационного разделения удается выделить из такого порошка до 97% меди.

Для восстановления золота с контактных поверхностей разъемов используется гидрометаллургический метод. Он позволяет выделить золото путем растворения в кислоте медных подложек или путем растворения золота в специальных растворах на основе цианида или тиомочевины с последующим электростатическим осаждением или химическим замещением с использованием цинка. Исследуются возможности использования для подобных целей разбавленных неорганических кислот с последующим восстановлением металла методами концентрационного разделения, экстракции, ионного обмена и пр.

Разрабатываемые в настоящее время методы переработки накапливающихся электронных отходов разнородны по своей природе. Как показывают исследования в данной области механические методы переработки наиболее выгодны с экологической точки зрения, кроме того они обеспечивают наибольший выход ценных продуктов для их повторного использования.