

УДК 656.131: 504.05

**РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ УТИЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ЛОМА
ОТ ПОДВИЖНЫХ И СТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТА****Баёва Д.В., Комков В.И.***Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ),
Москва, e-mail: das-bae@yandex.ru*

В статье проведена оценка количества отходов электронного лома от подвижных и стационарных объектов транспорта в регионах России с высоким уровнем автомобилизации. Объем образования электронного лома зависит от количества, типа техники на предприятиях автотранспортного комплекса (мониторы, системные блоки) или легковом автомобиле (магнитолы, бортовые компьютеры), а так же гарантийных сроков ее эксплуатации. Рассмотрены различные технологии переработки и утилизации отходов электронного оборудования. Предложена эффективная и экологически безопасная система переработки при условии утилизации отходов не только объектов транспорта, но и электронного лома бытовой техники, образующегося в других сферах деятельности. Она основана на физико-химических методах извлечения компонентов с предварительной механической разделкой молотковой дробилкой. Кроме того, приводятся данные расчетной оценки экономической эффективности от внедрения системы переработки отходов электроники на действующем предприятии.

Ключевые слова: электронный лом, утилизация, автотранспортный комплекс**SOLVING THE PROBLEMS OF ELECTRONIC WASTE RECYCLING
FROM MOBILE AND STATIONARY TRANSPORT OBJECTS****Baeva D.V., Komkov V.I.***Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow,
e-mail: das-bae@yandex.ru*

The article estimates the quantity of electronic scrap waste from mobile and stationary transport objects in the regions of Russia with a high level of motorization. The volume of electronic waste depends on the quantity and type of equipment at the motor transport complex enterprises (monitors, system units) or a car (radio recorders, onboard computers) and the warranty period of its operation. Various technologies for recycling of electronic equipment waste are considered. An efficient and ecologically safe processing system is proposed, provided that not only the transport objects are recycling, but also electronic scrap of household appliances produced in other areas. It is based on physical and chemical methods of extraction of components with preliminary mechanical cutting by a hammer mill. In addition, provides data of the estimated economic efficiency of the introduction of electronic waste recycling system at the existing enterprise.

Keywords: electronic waste, recycling, road transport complex

Электроника изменила жизнь современного общества, но вместе с огромными возможностями, вышедшее из эксплуатации электрическое и электронное оборудование (электронный лом) создает одну из самых важных мировых проблем, актуальных, в том числе, и для России. По данным ООН суммарный объем таких отходов в мире составляет более 50 млн. т в год. К оборудованию, которое работает при наличии электрического тока или электромагнитного поля, относится множество категорий бытовых и промышленных устройств: компьютеры, мониторы, телевизоры, мобильные, телекоммуникационные устройства и т.п. [1]. Автотранспортный комплекс (АТК) здесь является одним из наиболее быстрорастущих секторов электронной промышленности особенно в регионах России с высоким уровнем автомобилизации. Развитие НТП и законы рынка, ведут к постоянному обновлению технических моде-

лей, как автомобилей, так и используемой в АТК компьютерной техники. Устаревшее и сломанное оборудование, которое не удовлетворяет современным потребностям, отправляется в утиль. Исходя из масштабов и темпов роста рынка электронного лома, оптимизация процессов его утилизации позволит:

– снизить уровни загрязнения окружающей среды и риск здоровью человека, поскольку эти отходы содержат опасные вещества (селен, барий, бром- и хлор- органические вещества, поливинилхлорид, тяжелые металлы);

– способствовать сокращению энергетических затрат и потребления невозобновляемых природных ресурсов, как источник ряда ценных материалов (металлы в т.ч. драгоценные и редкоземельные, пластик, стекло).

В качестве объекта исследования для утилизации и переработки электронного

лома были выбраны предприятия транспортного комплекса и парк легковых автомобилей г. Москвы и Московской области. Для эффективного функционирования объектов, осуществляющих деятельность по утилизации электронного лома, важной является задача достоверного определения массы образующихся отходов. В настоящее время программное обеспечение и электронные компоненты определяют до 40% стоимости современного автомобиля, что вызывает необходимость в повышении компьютерной мощности самих предприятий АТК (транспортных и других предприятий разных форм собственности, автосервисов и др.). Объем образования электронного лома будет зависеть от количества техники на предприятии (мониторы, системные блоки) или автомобиле (магнитолы, бортовые компьютеры), а так же гарантийных сроков ее эксплуатации.

Для ориентировочной оценки массы электронного лома на предприятиях АТК в г. Москве и отдельных муниципальных районах Московской области использованы данные ГИБДД по количеству автотранспортных средств, стоящих на учете. Так же в МАДИ была проведена инвентаризация предприятий технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств (АТС). Установлено, что удельная численность предприятий АТК составляет 4,74 шт./1000 АТС для Чеховского муниципального района Московской области, в г. Москве – 0,95 шт./1000 АТС. Принято допущение, что удельная численность таких предприятий (на 1000 АТС) пропорциональна удельной плотности АТС на единицу площади территории [2]. За основу подвижных объектов транспорта бралось только количество легковых автомобилей экологического класса Евро 3 и выше.

В соответствии с этими данными, численность предприятий АТК в г. Москве составляет около 4,4 тыс., а в Московской области более 14,5 тыс. единиц. Принято допущение, что минимальное количество компьютерной техники на одном предприятии (монитор + системный блок) составляет 2 единицы без учета периферийных устройств, средняя масса монитора равна 5 кг, системного блока – 10 кг. Состав электронного оборудования на 1 АТС: автомагнитола (средняя масса 0,6 кг) и бортовой компьютер (0,5 кг). Срок службы всей электронной техники – 5 лет [3]. В этом случае, суммарная масса электронного лома (только отходы компьютерной техники) на

предприятиях АТК в Московском регионе составляет более 114 т в год. Для подвижных объектов объем образования около 525 т. По результатам расчета было выявлено, что масса электронного лома от подвижных и стационарных объектов транспорта составляет не более 3 процентов по сравнению с общим количеством электронной и электрической бытовой техники, образующейся в регионе. Следовательно, целесообразно будет внедрить технологию по утилизации электронного лома на уже действующем объекте.

При отсутствии комплексной системы сбора и утилизации отходов электрического и электронного оборудования в масштабах страны, в отдельных ее регионах (например, Москве и Московской области) успешно работают предприятия, осуществляющие транспортировку и переработку электронного лома. Наиболее крупной компанией здесь является ЗАО «ПЕТРОМАКС» (г. Лобня). Основная ее специализация – транспортировка и переработка электронного лома бытовой техники. У предприятия имеются постоянные площадки сбора, так же регулярно проводятся акции по сбору таких отходов в скверах и парках Московского региона.

С учетом особенностей электронного лома, образующегося на предприятиях и объектах транспорта, был проведен поиск эффективной, экологически-безопасной технологии его переработки, а так же подбор основного оборудования. При этом учитывалось, что утилизации электронного лома будет производиться не только от объектов транспорта, но и от суммарных объемов отходов электронного и электрического оборудования, образующихся в других сферах.

Во всех наиболее распространенных технологиях переработки присутствуют:

1) механическая разделка, как смешанного лома, так и его отдельных узлов и элементов;

2) обогащение лома содержащего драгоценные и благородные металлы путём многократного дробления и сепарации полученной смеси в гидроциклонах и методами флотации;

3) гидрометаллургическая, пирометаллургическая переработка или использование электролитических методов.

В основе выбранной технологии (Патент РФ № 2521766) – физико-химические методы извлечения с предварительной механической разделкой молотковой дробил-

кой. Этот способ переработки отличается высокой производительностью, максимальным извлечением элементов (драгметаллов из материнских плат и центральных процессоров (ЦП)). Используемое оборудование относительно несложно в эксплуатации, не требует специализированного технического обслуживания, однако достаточно энергоемко. Весь процесс по переработке электронного лома можно подразделить на три технологические линии по роду компонента: материнские платы, пластиковые ЦП, керамические ЦП.

Основные стадии процесса:

1) Сортировка: разделение отходов по типу компонентов. Это позволит быстрее и качественней произвести процесс переработки, так как для каждого вида отхода используется определенная цепочка из аппаратов.

2) Основная стадия или непосредственная переработка каждого узла (на примере, материнских плат): дробление, циклонная сепарация, магнитная сепарация, выщелачивание серной кислотой, получение осадка, кристаллизация и электролиз. Отработанная на этапе выщелачивания вода отправляется на нейтрализацию, а затем возвращается в технологический процесс.

3) Заключительная стадия: исследования по выявлению качества полученного

продукта, распределение полученных компонентов состава электронного лома потребителям или отправка на дальнейшую переработку.

Принимая во внимание, что возможность повторного использования компонентов электронного лома после переработки в нашей стране только начинает вызывать интерес, необходимо помимо технологического решения рассмотреть так же и экономическую эффективность данной технологии. С учетом материального состава электронной и компьютерной техники, себестоимости готовой продукции, а так же капитальных затрат, постоянных и переменных расходов, найдена точка безубыточности – годовой расход около 16,5 тыс. т электронного лома в год.

Список литературы

1. Марьев В.А. Надо ли создавать систему управления отходами электрического и электронного оборудования в России? / В.А.Марьев, В.А.Комиссаров // Рециклинг отходов. – 2013. – № 3 (45) май-июнь. – С. 2 – 11.
2. Комков В.И. Разработка методики снижения вреда окружающей среде при обращении с отходами эксплуатации автомобильного транспорта региона: автореф. дисс. к.т.н. (05.22.10), СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – 2011. – 22 с.
3. Малютин А.Е. Определение коэффициента износа объектов электробытовой техники / А.Е. Малютин, П.И. Миллюхин // Теория и практика судебной медицины. – 2011. – № 3 (23). – С. 88 – 93.