

# **Извлечение драгоценных металлов и других материалов для вторичного использования при переработке отходов: катализаторов**

## **The recovery of precious metals and other materials for secondary use in waste: catalytic converter**

**Алексеев Г.В.**

Студент магистратуры Санкт-Петербургского Политехнического Университета Петра Великого

e-mail: [zenitgena10@mail.ru](mailto:zenitgena10@mail.ru)

**Alekseev G.V.**

Master's student at Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

e-mail: [zenitgena10@mail.ru](mailto:zenitgena10@mail.ru)

**Шкорко М.Ю.**

Студент магистратуры Санкт-Петербургского Политехнического Университета Петра Великого

e-mail: [rico-xxl@yandex.ru](mailto:rico-xxl@yandex.ru)

**Shkorko M.Y.**

Master's student at Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

e-mail: [rico-xxl@yandex.ru](mailto:rico-xxl@yandex.ru)

**Журович Е.А.**

Студент магистратуры Санкт-Петербургского Политехнического Университета Петра Великого

e-mail: [zhenyska.rupp95@mail.ru](mailto:zhenyska.rupp95@mail.ru)

**Zhurovich E.A.**

Master's student at Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

e-mail: [zhenyska.rupp95@mail.ru](mailto:zhenyska.rupp95@mail.ru)

**Козлова К.С.**

Студент магистратуры Санкт-Петербургского Политехнического Университета Петра Великого

e-mail: [ksenkavizer@yandex.ru](mailto:ksenkavizer@yandex.ru)

**Kozlova K.S.**

Master's student at Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

e-mail: [ksenkavizer@yandex.ru](mailto:ksenkavizer@yandex.ru)

### **Аннотация**

В этой статье рассматривается переработка твердых коммунальных отходов на пример автомобильных катализаторов. Приведен перечень драгоценных металлов, получаемых при переработке отработанных катализаторов, а также описываются факторы, характерные для новых технологий переработки. Также вкратце разобран процесс извлечения драгоценных металлов из катализаторов.

**Ключевые слова:** твердые коммунальные отходы, катализатор, переработка отходов, драгоценные металлы.

## Abstract

This article discusses the processing of municipal solid waste on the example of automotive catalysts. The list of precious metals obtained during the processing of spent catalyts is given, as well as factors characteristic of new processing technologies are described. The process of extracting precious metals from catalyts is also briefly discussed.

**Keywords:** municipal solid waste, catalyts, recycling, precious metals.

Практически во всех развитых и развивающихся странах стоит серьезная проблема в наиболее рациональном использовании природных ресурсов, так как с течением времени они заканчиваются. Более того, с ростом населения земли и производства растет и объём твердых бытовых отходов [1]. Технологии, существующие в настоящее время, дают возможность извлечения из бытового мусора множества полезных веществ [2]. Продуктами переработки отходов могут быть топливо, качественные строительные материалы, печатная продукция, разнообразные ткани, металлы и другие вещества. Благодаря возможности извлечения из отработанных катализаторов драгоценных металлов, они являются ценным отходом.

В связи с очень быстрым технологическим прогрессом, а также постоянно увеличивающимся ростом автомобильной промышленности, количество автомобилей в городах резко увеличилось, так как личный транспорт стал доступнее. В то же время, средний срок службы автомобиля и его расходных частей сократился, что привело к росту отходов от использования личного автомобиля.

Одной из наиболее оптимальных по соотношению количества отработанных единиц и возможностью получения драгоценных металлов является катализатор [4]. Рассмотрим конструкцию данного устройства. Катализатор состоит из корпуса и рабочей части, которая представляет собой керамическую или металлическую пластину с множеством сот. Они же покрыты тонким слоем сплава драгоценных металлов. Этот сплав состоит из платины, родия и палладия, которые имеют высокую стоимость. Для наглядности строение катализатора представлено на рис. 1.



Рис. 1. Строение катализатора

Автомобильные отходы, а именно катализаторы, относятся к быстрорастущим отходам общества [6]. С каждым годом количество автомобилей все увеличивается, и срок службы расходных частей, таких как катализатор, неуклонно уменьшается, ежегодно около 15 млн катализаторов отправляются на помойку вследствие того, что они приходят в негодность.

Есть некоторые факторы, которые учитываются при проектировании и подготовке новых и инновационных технологий переработки катализаторов и извлечения из них драгоценных металлов. Они исходят из принципов инновации, социальном и экономическом смысле, а также на политике управления с отходами. Вот некоторые из этих факторов:

- Катализаторы бывают разных фирм и различны по своему строению, так как предназначены для разных автомобилей. С течением времени состав и конструкция катализаторов меняется, поэтому исходный материал может быть разнообразным.
- Присутствие в катализаторах других материалов приводит к тому, что процесс разделения на фракции становится трудоемким.
- Наличие металлических частей способствует усложнению процесса восстановления. Процесс восстановления становится более сложным, когда элементы доступны в небольшой концентрации.
- Главной целью всего процесса переработки является отделение драгоценных металлов, эти металлы занимают менее 15% от всего объёма отходов катализатора. Остальные части особой ценности не имеют.
- Также важно добиться наименьшего негативного влияния на окружающую среду. При этом извлечь как можно больше ценных металлов из катализаторов.

Рассмотрим процесс извлечения родия и платин из катализаторов. Наиболее распространённый способ извлечения данных металлов из катализаторов – выщелачивание с помощью специальных окисляющих смесей в жидком состоянии. Этот способ характерен для всех сотовых конструкций. Но у этого метода есть несколько минусов. К примеру, именно для автомобильных катализаторов характерно наличие окиси алюминия. Эти окиси препятствуют полному извлечению нужного нам металла. Для того чтобы достичь нужного результата, следует повторять промывку несколько раз, вследствие этого процедура извлечения драгоценных металлов прибавляет в стоимости.

Также рассмотрим извлечение палладия, для него характерен такой же метод, как для платины и родия. Однако при таком способе получить чистый металл довольно сложно, поэтому иногда используется гальванический метод.

Однако самый эффективный способ извлечения палладия – это фторирование катализатора совместно с повышением температуры до 500 градусов. В результате этого получается фторид кальция, который можно разделить при понижении температуры до 100 градусов и добавляют минеральную кислоту. Вследствие этого можно получить чистый палладий из катализатора.

#### Литература

1. *Марова А.В., Чусов А.Н., Негуляева Е.Ю.* Природоохранные технологии на полигонах ТБО. – Санкт-Петербург: ФГАОУ ВО СПбПУ. – 2007. – № 3(9). – С. 10–13.
2. *Андреева С.В., Замараева В.С., Чусов А.Н.* Раздельный сбор отходов для эффективного использования технологий переработки ТБО // Материалы межвузовской научно-технической конференции: XXXII Неделя Науки СПбГПУ. – Санкт-Петербург: ФГАОУ ВО СПбПУ. 2004. – С. 48–49.
3. A. Lixandru, P. Venkatesan, C. Jonsson, I. Poenaru, B. Hall, Y. Yang, A. Walton, K. Guth, R. Gauß, O. Gutfleisch. Identification and recovery of rare-earth permanent magnets from waste electrical and electronic equipment // *Waste Management*. 2017. Vol. 68. Pp. 482–489.
4. *Федоров П.М.* Мониторинг за воздействием полигона твердых бытовых отходов на окружающую среду // *Региональная экология*. – 2001. – № 3-4. – С. 48–51.
5. *Бельдеева Л.Н., Лазуткина Ю.С., Комарова Л.Ф.* Экологически безопасное обращение с отходами. – Барнаул: Азбука, 2006. – 172 с.