



*Извлечение ценных металлов из отходов электрического  
и электронного оборудования*

## **ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ С ИЗВЛЕЧЕНИЕМ ЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ**

### **Виды перерабатываемых отходов:**

- батарейки
- люминесцентные лампы
- жидкокристаллические экраны
- электроннолучевые трубки
- печатные платы

**Степень извлечения ценных металлов из отходов – 90-99 %**



*Извлечение ценных металлов из отходов электрического  
и электронного оборудования*

В зависимости от объема перерабатываемых отходов возможны два варианта мини завода:

1. Стационарный мини завод по переработке от 1000 до 4000 т/год отходов  
Общая стоимость – 1,2 – 1,4 млн. Евро.



Мини завод по переработке от 1000 до 4000 т/год отходов



*Извлечение ценных металлов из отходов электрического  
и электронного оборудования*

2. Передвижной мини завод. Технологическая линия может быть помещена в передвижной контейнер на 40 футов.

Объемы перерабатываемых отходов, обеспечивающие рентабельность завода:

Батарейки – 200 т/год

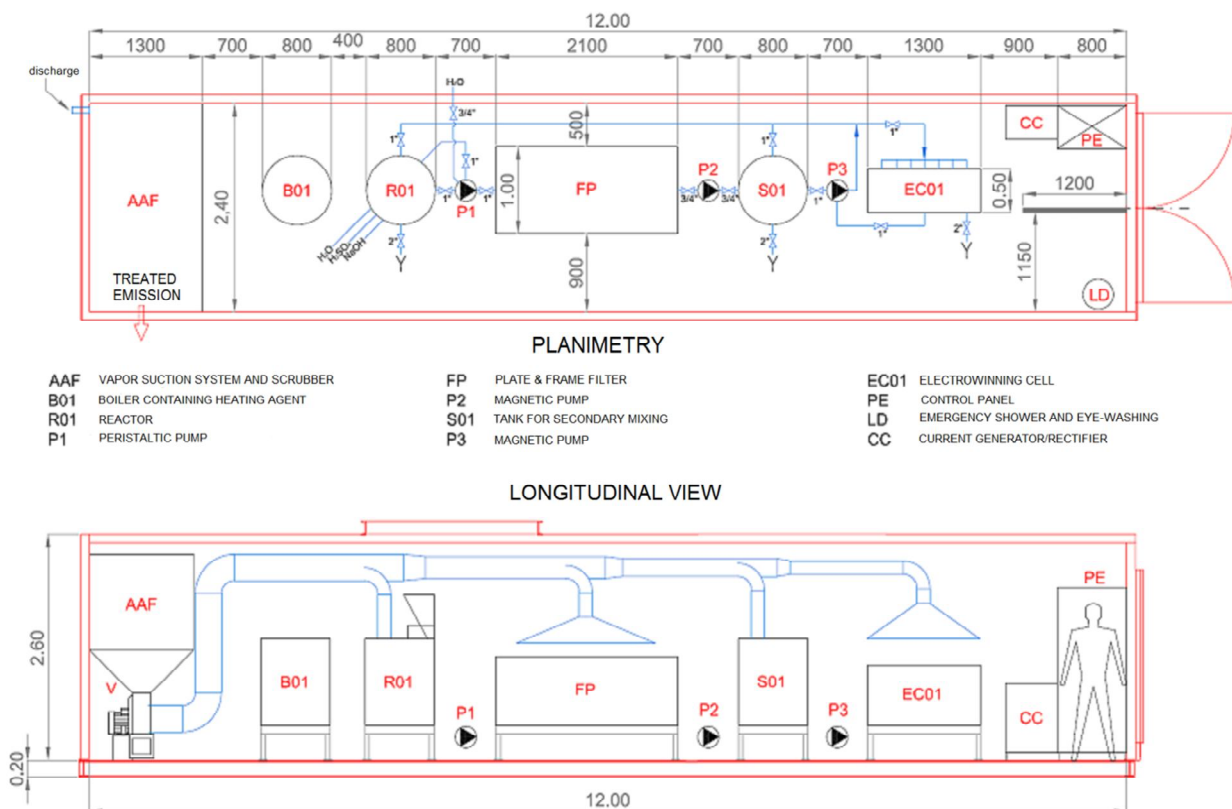
Жидкокристаллические экраны, электроннолучевые трубки, люминесцентные лампы – 20-30 т/год

Печатные платы – 100-200 т/год

Общая стоимость – 600-800 тыс. Евро.

Производитель – Италия.

Гарантия – 1 год.



План передвижного мини завода внутри контейнера





*Извлечение ценных металлов из отходов электрического  
и электронного оборудования*



Контейнер, в который может быть установлен мини завод



Вид контейнера внутри



Контейнеры для реагентов и сточной воды



Панель управления



*Извлечение ценных металлов из отходов электрического  
и электронного оборудования*

I. Технологическая линия по переработке отработанных батареек на базе кобальтата лития ( $\text{LiCoO}_2$ ):

Конечные продукты:

1. Карбонат лития (литий углекислый) применяется

- как легирующий компонент для обеспечения специальных свойств стекла и керамики;
- как компонент рафинирующих флюсов в производстве алюминия;
- как присадка в производстве эмалей и глазурей.

2. Карбонат кобальта (кобальт углекислый) применяется

- в производстве пигментов
- в производстве кобальт-содержащих катализаторов,
- в производстве термочувствительных красок,
- в качестве кормовой микродобавки.

Степень извлечения металлов: Лития - 99 %, Кобальта - 98 %

Принципиальная технологическая схема представлена на рис. 1



*Извлечение ценных металлов из отходов электрического и электронного оборудования*

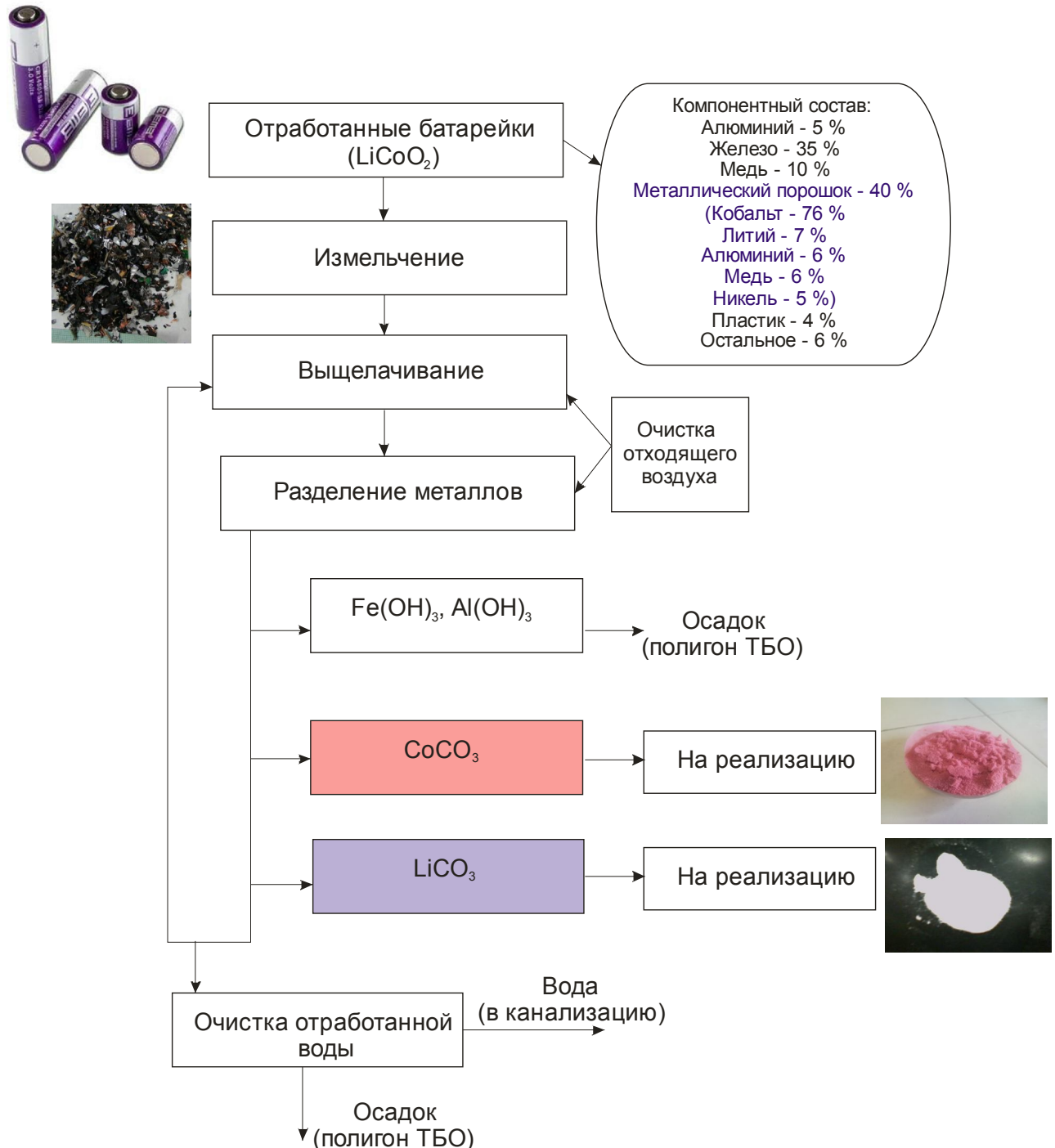


Рис. 1 Принципиальная технологическая схема производства карбоната кобальта и карбоната лития из отработанных батареек на базе кобальтата лития ( $\text{LiCoO}_2$ )



*Извлечение ценных металлов из отходов электрического  
и электронного оборудования*

II. Технологическая линия по переработке отработанных люминесцентных ламп после демеркуризации:

Конечные продукты:

**Оксалат иттрия**

После прокаливания, превращается в оксид иттрия.

Применение оксида иттрия

1). **Керамика**

Широко используется оксид иттрия в керамической промышленности. Так, например, широко известен «Иттралокс» (Yttralox) — твердый раствор двуокиси тория в окиси иттрия. Для видимого света этот материал прозрачен, как стекло, но также он очень хорошо пропускает инфракрасное излучение, поэтому его используют для изготовления инфракрасных «окон» специальной аппаратуры и ракет, а также используют в качестве смотровых «глазков» высокотемпературных печей. Плавится «Иттралокс» лишь при температуре около 2207 °С.

2). **Огнеупорные материалы**

Оксид иттрия - чрезвычайно устойчивый к нагреву на воздухе огнеупор, упрочняется с ростом температуры (максимум при 900—1000 °С), пригоден для плавки ряда высокоактивных металлов (в том числе и самого иттрия). Особую роль оксид иттрия играет при литье урана. Одной из наиболее важных и ответственных областей применения оксида иттрия в качестве жаропрочного огнеупорного материала является производство наиболее долговечных и качественных сталеразливочных стаканов (устройство для дозированного выпуска жидкой стали), в условиях контакта с движущимся потоком жидкой стали оксид иттрия наименее размываем.

Степень извлечения металлов: Иттрия – 90 %



*Извлечение ценных металлов из отходов электрического  
и электронного оборудования*

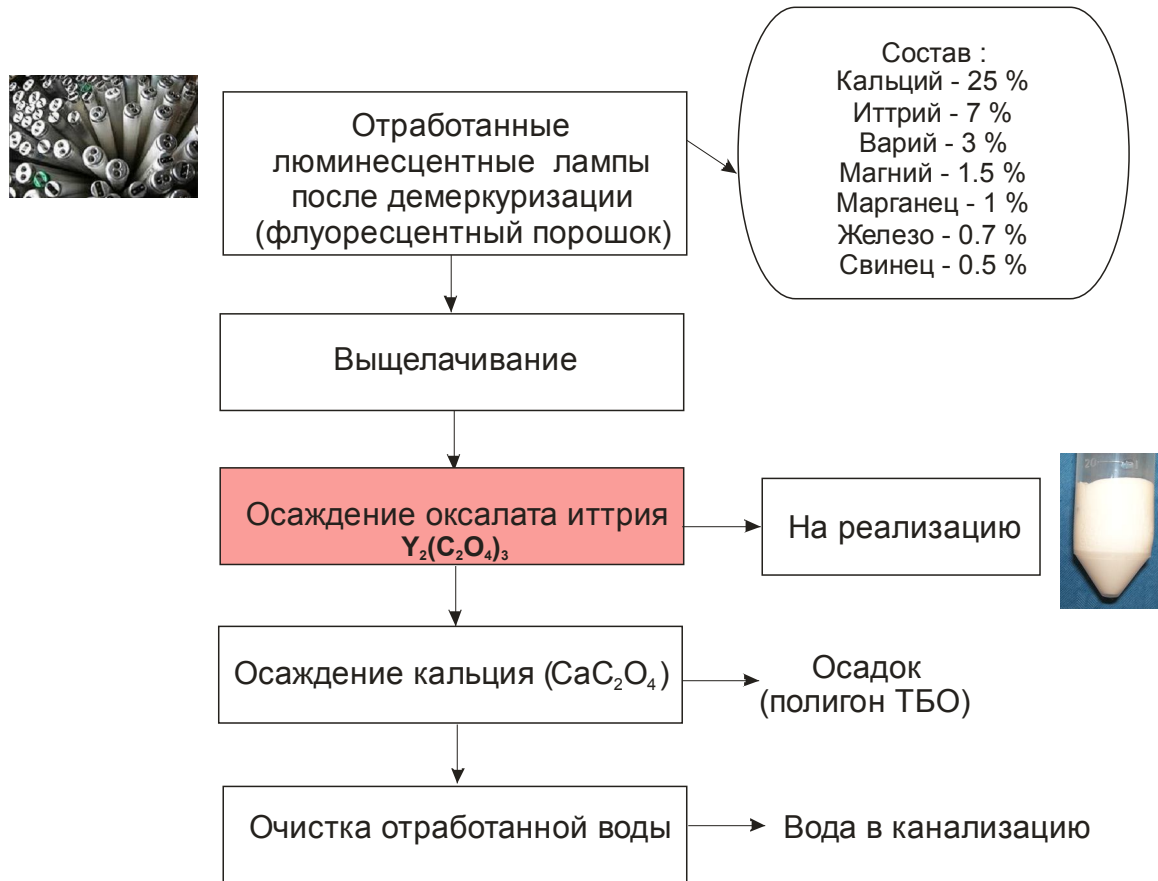


Рис. 2 Принципиальная технологическая схема производства оксалата иттрия из отработанных люминесцентных ламп





*Извлечение ценных металлов из отходов электрического  
и электронного оборудования*

III. Технологическая линия по переработке отработанных электронно-лучевых трубок

Конечные продукты:

**Оксалат Иттрия.** (см. выше)

**Сульфид Цинка.** Полупроводниковый материал, используемый, в частности, в полупроводниковых лазерах.

Степень извлечения металлов: Иттрия – 90 %

Степень извлечения металлов: Цинка – 95 %



*Извлечение ценных металлов из отходов электрического и электронного оборудования*

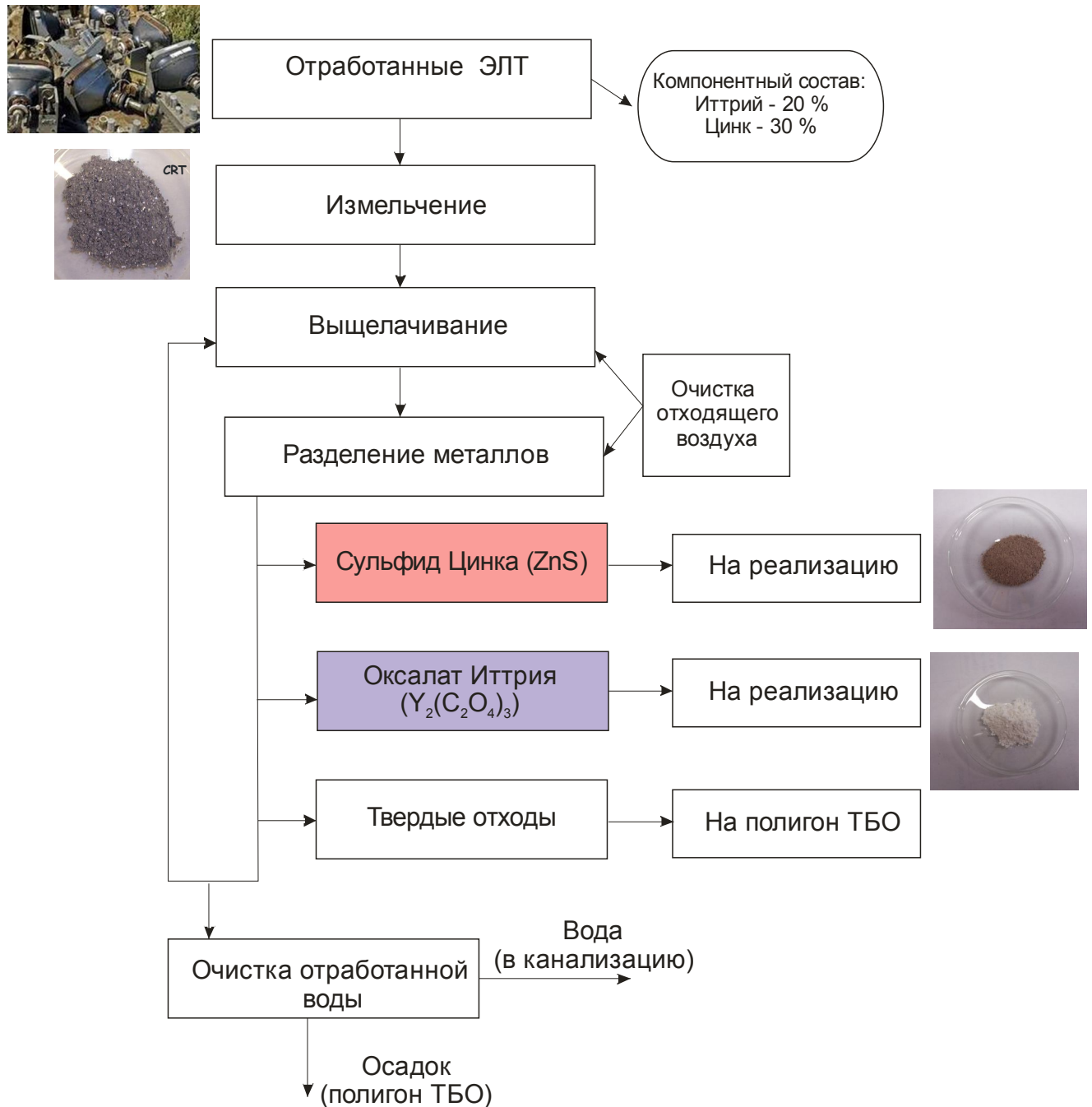


Рис. 3 Принципиальная технологическая схема производства оксалата иттрия и сульфида цинка из отработанных электронно-лучевых трубок



*Извлечение ценных металлов из отходов электрического  
и электронного оборудования*

IV. Технологическая линия по переработке отработанных  
жидкокристаллических мониторов

Конечные продукты:

**Индий.**

Применяется в производстве жидкокристаллических экранов для нанесения прозрачных плёночных электродов из оксида индия-олова.

Иногда применяется (чистый или в сплаве с серебром) для покрытия зеркал, в частности, автомобильных фар, при этом отражающая способность зеркал не хуже, чем у серебряных, а стойкость к воздействию атмосферы (особенно сероводорода) — больше. В покрытии астрономических зеркал используется постоянство коэффициента отражения индия в видимой части спектра.

Материал для фотоэлементов.

В технике высокого вакуума индий используется в качестве уплотнителя (прокладки, покрытия); в частности, при герметизации космических аппаратов и мощных ускорителей элементарных частиц.

Индий имеет высокое сечение захвата тепловых нейтронов и может быть использован для управления атомным реактором, хотя более удобно применение его соединений в комбинации с другими элементами, хорошо захватывающими нейтроны. Так, оксид индия находит применение в атомной технике для изготовления стекла, применяемого для поглощения тепловых нейтронов. Наиболее широко распространённый состав такого стекла — оксид бора (33 %), оксид кадмия (55 %), оксид индия (12 %).

В последние годы мировое потребление индия быстро растёт и в 2005 достигло 850 тонн.

Степень извлечения Индия – 95 %



*Извлечение ценных металлов из отходов электрического  
и электронного оборудования*

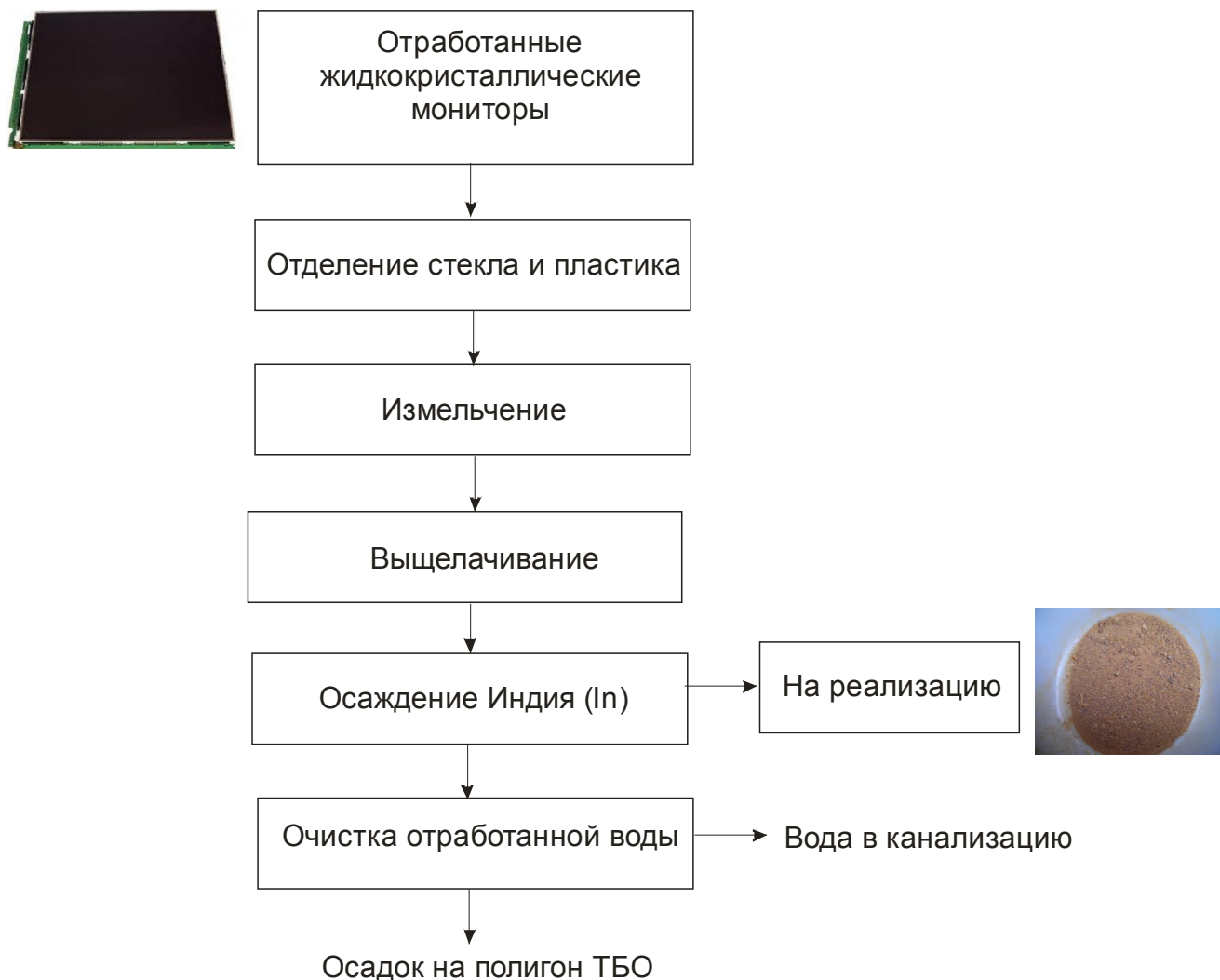


Рис. 4 Принципиальная технологическая схема производства индия из отработанных жидкокристаллических мониторов





*Извлечение ценных металлов из отходов электрического и электронного оборудования*

V. Технологическая линия по переработке отработанных печатных плат

Конечные продукты:

**Серебро, Золото, Медь** передаются на дальнейшую переработку

В одной тонне электронного лома содержится около **1,8 кг** серебра, **930 г** золота

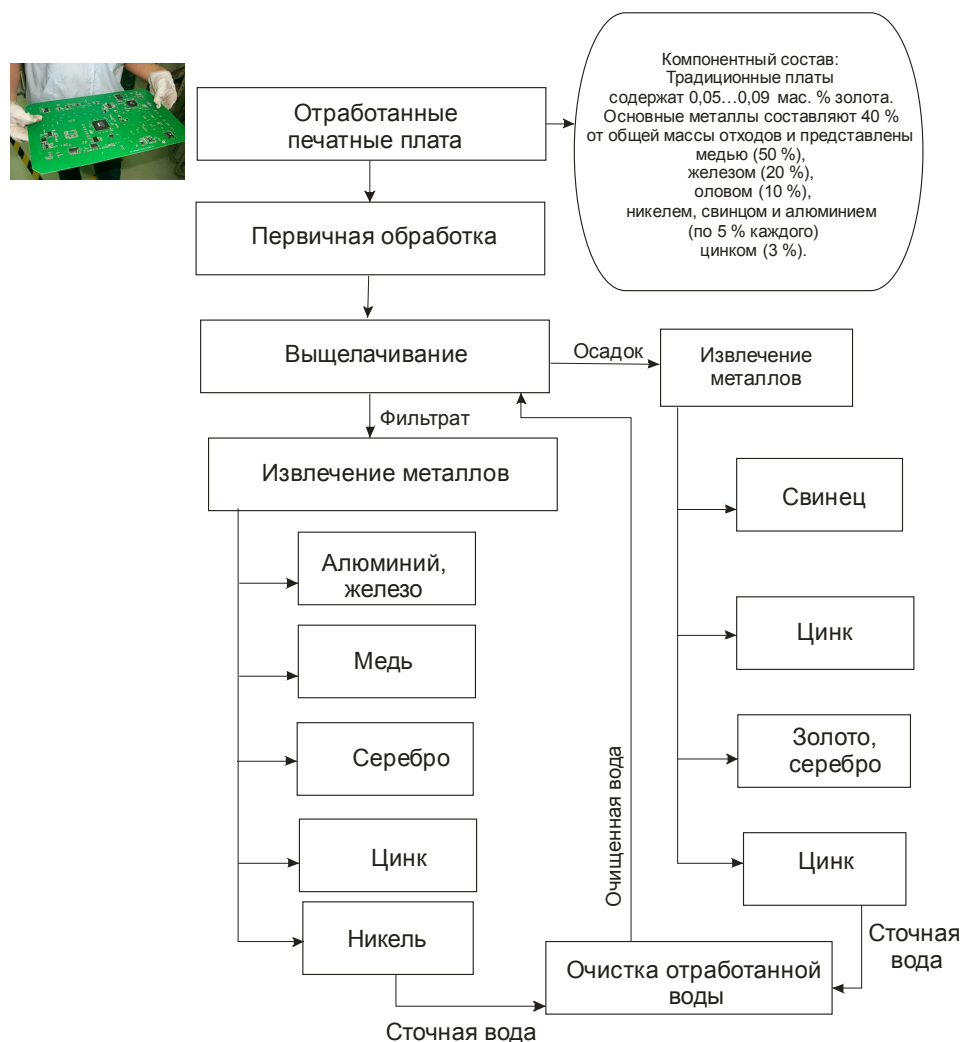


Рис. 5 Принципиальная технологическая схема извлечения металлов из печатных плат



*Извлечение ценных металлов из отходов электрического  
и электронного оборудования*

Авторы проекта:

**Вельо Ф.** – профессор университета г. Аквила, Италия. Директор spin-off company «Ecorecycling», Италия  
Тел. +39 0761 540406  
E.mail: [francesco.veglio@univaq.it](mailto:francesco.veglio@univaq.it)

**Сперанца Л.** – директор ООО «Сканджеа» (SCANGEA), Италия  
Тел. +39 06 335 0900  
E.mail: [info@scangea.eu](mailto:info@scangea.eu)

**Зуева С.Б.** – к.т.н., доцент кафедры инженерной экологии и техногенной безопасности Воронежского государственного университета инженерных технологий, Россия  
Тел. +7 473 232 11 27  
E.mail: [sveta@zz.vrn.ru](mailto:sveta@zz.vrn.ru)

**Логвиненко В.А.** – генеральный директор ООО «СтанкоМашКомплекс», Воронеж, Россия  
Тел. +7 473 2780079  
E.mail: [log036@yandex.ru](mailto:log036@yandex.ru)