

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,
металлургии и химической промышленности



Обзор рынка электростатических сепараторов для переработки минерального и вторичного сырья в России и СНГ

Москва
декабрь, 2020

Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/42/639>

Общее количество страниц: 64 стр.

Стоимость отчета – 60 000 рублей

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО «ИГ «Инфомайн» исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов Инфомайн, являются надежными, однако Инфомайн не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. Инфомайн приложил все возможные усилия, чтобы проверить достоверность имеющихся сведений, показателей и информации, содержащихся в исследовании, однако клиенту следует учитывать наличие неустраиваемых сложностей в процессе получения информации, зачастую касающейся непрозрачных и закрытых коммерческих операций на рынке. Исследование может содержать данные и информацию, которые основаны на различных предположениях, некоторые из которых могут быть неточными или неполными в силу наличия изменяющихся и неопределенных событий и факторов. Кроме того, в ряде случаев из-за погрешности при округлении, различий в определениях, терминах и их толкованиях, а также использования большого числа источников, данные могут показаться противоречивыми. Инфомайн предпринял все меры для того, чтобы не допустить очевидных несоответствий, но некоторые из них могут сохраняться.

Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. Инфомайн не проводит какую-либо последующую работу по обновлению, дополнению и изменению содержания исследования и проверке точности данных, содержащихся в нем. Инфомайн не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также последствия, вызванные неполнотой представленной информации.

Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения Инфомайн либо тиражироваться любыми способами. Заказчик имеет право проводить аудит (экспертизу) исследований рынков, полученных от Исполнителя только в компаниях, имеющих членство ассоциации промышленных маркетологов ПРОММАР (<http://www.prommar.ru>) или силами экспертно-сертификационного совета ассоциации ПРОММАР. В других случаях отправка исследований на аудит или экспертизу третьим лицам считается нарушением авторских прав.

Copyright © ООО «ИГ «Инфомайн».

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация.....	6
Введение	8
1. Электрическая сепарация, основы и принципы действия, аппараты.....	9
2. Производители электростатических сепараторов в СНГ	19
НПО «Эрга»	19
АО «НПК «Механобр-Техника»	23
ООО «Русская корона» (Екатеринбург)	25
АО «Иргиредмет» (Иркутск)	30
НПФ «Продэкология»	32
3. Экспорт-импорт электростатических сепараторов (1999-2020 гг.).....	37
3.1 Россия.....	37
3.2 Украина.....	40
4. Обзор цен на различные виды электростатических сепараторов в России/СНГ (2013-2020 гг.).....	47
5. Потребление электростатических сепараторов в России/СНГ	49
6. Прогноз развития рынка электростатических сепараторов в России и Украине	60
Приложение 1: Контактная информация основных предприятий-производителей электростатических сепараторов в СНГ	61
Приложение 2. Экспорт электростатических сепараторов из России в 1999-2015 гг. (детальная информация)	62
Приложение 3. Импорт электростатических сепараторов России в 1999-2019 гг. (детальная информация)	63

СПИСОК ТАБЛИЦ

- Таблица 1: Технические характеристики некоторых коронно-электростатических сепараторов
- Таблица 2: Технические характеристики некоторых трибоэлектростатических сепараторов
- Таблица 3: Диапазоны удельной электрической проводимости разных минералов, См/м
- Таблица 4: Технические характеристики разных моделей электростатических сепараторов ЭЛКРОН ЭСС производства НПО «Эрга»
- Таблица 5: Технические характеристики разных моделей электростатических сепараторов ЭЛКРОН ТЭСС производства НПО «Эрга»
- Таблица 6: Основные технические характеристики сепараторов ЭЛКОР производства АО «НПК «Механобр-Техника»
- Таблица 7: Технические характеристики коронно-электростатических барабанных сепараторов с горизонтальным барабаном ООО «Русская корона»
- Таблица 8: Технические характеристики коронно-электростатических барабанных сепараторов с вертикальным барабаном ООО «Русская корона»
- Таблица 9: Основные финансовые показатели ООО «Русская корона» в 2014-2019 гг., тыс. руб
- Таблица 10: Технические характеристики коронных барабанных электростатических сепараторов ЭБС производства НПФ «Продэкология»
- Таблица 11: Технические характеристики трибоэлектрических сепараторов ЭБС-Т производства НПФ «Продэкология»
- Таблица 12: Основные финансовые показатели ООО «Русская корона»
- Таблица 13: Направления и объем экспорта электростатических сепараторов из России в 1999-2015 гг., единиц
- Таблица 14: Направления и объем импорта электростатических сепараторов России в 1999-2020 гг., единиц
- Таблица 15: Направления и объем экспорта электростатических сепараторов Украины в 1999-2019 гг., единиц
- Таблица 16: Основные компании-импортеры электростатических сепараторов, поставленных из Украины в 2013-2019 гг.
- Таблица 17: Цена импортных электростатических сепараторов отдельных марок, поставленных в Россию, долл
- Таблица 18: Цены на электростатические сепараторы разных марок, закупленных в результате открытых торгов в 2013-2020 гг.
- Таблица 19: Свойства разделяемых минералов коллективного концентрата ВГМК
- Таблица 20: Анализ открытых конкурсов и торгов по поставкам электростатических сепараторов в России в 2013-2020 гг.

СПИСОК РИСУНКОВ

- Рисунок 1: Схемы электростатических сепараторов: а – барабанный, б – камерный с вертикально расположенными электродами, в – каскадный пластинчатый
- Рисунок 2: Схемы трибоэлектрических сепараторов: а – барабанный, б – камерный с пластинчатыми электродами
- Рисунок 3: Схемы коронных сепараторов: а – барабанный коронно-электростатический, б – камерный
- Рисунок 4: Внешний вид электростатического сепаратора серии ЭЛКРОН ЭСС производства НПО «Эрга»
- Рисунок 5: Внешний вид электростатического сепаратора серии ЭЛКРОН ТЭСС производства НПО «Эрга»
- Рисунок 6: Внешний вид электростатического сепаратора ЭЛКОР производства АО «НПК «Механобр-Техника»
- Рисунок 7: Внешний вид коронно-электростатический сепаратор с вертикальным барабаном СЭ-70/140 ООО «Русская корона»
- Рисунок 8: Внешний вид двухканального трибоэлектрического сепаратора СТЭМ-2К
- Рисунок 9: Внешний вид коронного барабанного электростатического сепаратора ЭБС производства НПФ «Продэкология»
- Рисунок 10: Внешний вид трибоэлектрического сепаратора ЭБС-Т производства НПФ «Продэкология»
- Рисунок 11: Динамика экспортных поставок электрических сепараторов
- Рисунок 12: Динамика экспорта электростатических сепараторов из России в 1999-2015 гг., единиц
- Рисунок 13: Динамика импорта электростатических сепараторов России в 1999-2020 гг., единиц
- Рисунок 14: Динамика импорта электростатических сепараторов России в стоимостном выражении в 1999-2020 гг., тыс. долл.
- Рисунок 15: Динамика экспорта электростатических сепараторов Украины в 1999-2019 гг., единиц
- Рисунок 16: Динамика экспорта электростатических сепараторов Украины в стоимостном выражении в 1999-2020 гг., тыс. долл.
- Рисунок 17: Сводная географическая структура экспорта электростатических сепараторов Украины в 1999-2019 гг., %
- Рисунок 18: Структура экспортных электростатических сепараторов Украины производства НПФ «Продэкология» по видам аппаратов, %
- Рисунок 19: Принципиальная схема обогащения песков Малышевского месторождения на ВГМК
- Рисунок 20: Разработанная технологическая схема песков Восточного участка Центрального месторождения
- Рисунок 21: Разработанная технологическая схема песков Итмановского участка Лукояновского месторождения
- Рисунок 22: Внешний вид вакуумной установки электростатической сепарации гранул ЦЭЛТ

Аннотация

Настоящий отчет является **1-м изданием** исследования рынка электростатических сепараторов в СНГ.

Цель исследования – анализ рынка электростатических сепараторов (ЭС).

Объектом исследования являются различные виды электростатических сепараторов, используемых для обогащения минерального сырья, для переработки вторичных отходов (в том числе полимерных).

Данная работа является **кабинетным исследованием**. В качестве **источников информации** использовались данные Федеральной службы государственной статистики РФ (Росстат), Государственного комитета по статистике Украины, статистики железнодорожных перевозок РФ, Федеральной таможенной службы РФ, базы данных ООН (UNdata), базы данных «Инфомайн». Также были привлечены данные отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, интернет-сайтов участников рынка, открытых тендеров и закупок.

Хронологические рамки исследования: 1999-2020 гг.; прогноз – до 2023 г.

География исследования: Россия, Украина.

Объем исследования: отчет состоит из **6** глав, содержит **64** страницы, в том числе **20** таблиц, **22** рисунка и **3** приложения.

В **первой** главе даны основные физические основы метода электрической сепарации и используемые при этом аппараты.

Во **второй** главе отчета приведены данные об основных производителях ЭС в России и Украине (номенклатура производства, оценочные объемы производства, основные компании-получатели, финансовое положение).

В **третьей** главе отчета приводятся данные о внешнеторговых операциях с ЭС в России (1999-2020 гг.) и на Украине (2013-2019 гг.).

В **четвертой** главе показаны экспортно-импортные цены на ЭС в России и на Украине. Приведены отдельные цены на ЭС на основе анализа открытых тендеров.

В **пятой** главе отчета рассматривается потребление ЭС в России/СНГ. Приведены основные российские потребители-горно-обогатительные комбинаты, а также применение ЭС в других областях.

В **шестой**, заключительной, главе отчета дается прогноз развития рынка ЭС в России и на Украине.

В **приложениях** представлена контактная информация о производителях и электростатических сепараторов в СНГ, а также детальная информация по экспортно-импортным поставкам электростатических сепараторов России.

Целевая аудитория исследования:

- участники рынка оборудования для разделения минералов, металлов, полимеров – производители/потребители;

- потенциальные инвесторы.

Предлагаемое исследование претендует на роль справочного пособия для служб маркетинга и специалистов, принимающих управленческие решения на рынке оборудования для разделения минералов, металлов, полимеров.

Введение

В горно-обогатительной отрасли актуален вопрос применения сухих технологий обогащения минерального сырья. Отсутствие необходимости потребления технологической воды, потребности в прудах-осветлителях (шламонакопителях), фильтрации, сгущении и высушивании продуктов обогащения несомненно приводит к экономии финансовых средств и сокращению временных, энерго- и трудозатрат.

Появившийся в последнее время вновь интерес к электростатической сепарации определяется тем, что это сравнительно чистый экологический процесс, который не загрязняет окружающую среду химическими реагентами, не потребляет воды и может быть использован в районах с ограниченными водными ресурсами. Сепараторы просты в эксплуатации и не имеют быстроизнашивающихся дорогостоящих деталей, а мощность электрического оборудования достаточно низкая.

Дополнительным фактором развития рынка электрических (электростатических) сепараторов является тот немаловажный факт, что использование этих аппаратов эффективно в процессах разделения и очистки разных веществ (металлические порошки, отработанный кабель, вторичные пластиковые отходы).

1. Электрическая сепарация, основы и принципы действия, аппараты

Первым аппаратом, положившим начало развитию электрических методов обогащения, стал электростатический сепаратор для очистки зёрен хлопка, изобретённый Гольтцом в 1870 году. Первый патент на способ электрической сепарации золота от кварца зарегистрирован в 1881 году.

В 1901 г. Л.Блек и Д.Моршер изобрели электростатический сепаратор для разделения проводниковых и непроводниковых частиц. Этот сепаратор в 1905 г. был усовершенствован Гуффом и в 20-е годы XX века нашёл промышленное применение.

Г. Джонсон в 30-е годы XX века усовершенствовал электрическую часть сепаратора Гуффа. В 1936 году Н. Ф. Олофинский, М. В. Бачковский и П. М. Рывкин изобрели новый способ электрической сепарации - коронный.

Электрическая сепарация применяется для обогащения, классификации и обеспыливания зернистых сыпучих материалов крупностью менее 5 мм, переработка которых другими методами малоэффективна или невыгодна с экономической точки зрения. Процесс электрического обогащения осуществляется в воздушной среде (кроме диэлектрической сепарации).

Методы электрического обогащения в основном применяются в сочетании с другими методами (гравитационным, магнитным). Традиционной областью применения электростатических сепараторов является доводка грубых концентратов.

Среди многообразия процессов электрического обогащения по используемому свойству для разделения можно выделить четыре основных способа сепарации.

1. Сепарация, при которой реализуется разделение по электрической проводимости. При этом способе исходный продукт делится на проводники, полупроводники и непроводники (диэлектрики). Способ реализуется в *электростатических, коронных и коронно-электростатических сепараторах*.

2. Сепарация, при которой реализуется разделение по диэлектрической проницаемости. При этом способе исходный продукт делится на частицы с большим и меньшим значением диэлектрической проницаемости. Способ реализуется в *диэлектрических сепараторах*.

3. Сепарация, при которой реализуется разделение по способности частицами получать трибозаряд. При этом способе исходный продукт делится на частицы, получившие в результате трибоэлектризации положительный и отрицательный заряд. Способ реализуется в *трибоэлектростатических сепараторах*.

4. Сепарация, при которой реализуется разделение по крупности. При этом способе частицы однородного материала получают заряд, пропорциональный их крупности. Чем больше крупность частиц, тем меньший удельный заряд она получит. Способ применяется для однородных по

минеральному составу продуктов и реализуется в *трибоадгезионных и коронных сепараторах*.

Кроме вышеперечисленных способов сепарации отдельно выделяют пневмоэлектросепарацию, при которой транспортирование исходного продукта осуществляют воздушным потоком, и другие менее распространённые способы сепарации – флюидизационно-электростатическую, пироэлектростатическую, коронно-магнитную, оптико-электрическую сепарацию.

Электростатическая сепарация позволяет разделять частицы, отличающиеся величиной заряда или различной скоростью изменения заряда. Особенность этого технологического процесса состоит в том, что основной физический параметр, по которому осуществляется сепарация, зависит от способа зарядки и, кроме того, является переменной величиной (величина заряда изменяется во времени).

На практике используются следующие способы зарядки частиц:

- в поле коронного разряда путем осаждения на поверхности частиц ионов из объема ионизированного газа, окружающего частицу;
- трением – трибозарядка;
- индукционная путем контакта с электродом;
- термическая при нагреве;
- биполярная зарядка (поляризация частиц);
- зарядка при электрическом разряде с самих частиц;
- зарядка при деформации и разрушении частиц.

Выбор способа зарядки определяется необходимостью образования на частицах разделяемых минералов зарядов максимально различных по своей величине и, желательно, противоположных знаков.

Электрический метод обогащения основан на различии в электрических свойствах подлежащих разделению компонентов (частиц) исходного сырья. Электрическое обогащение осуществляется в электрических сепараторах, особенностью которых является наличие в их рабочей зоне электрического поля, которое по-разному действует на разделяемые частицы.

По способу сообщения заряда частицам и основным электрическим силам, действующим на разделяемые частицы, электрические сепараторы подразделяются на:

- электростатические;
- коронные;
- коронно-электростатические;
- трибоэлектростатические;
- трибоадгезионные;
- диэлектрические.

Для осуществления большинства процессов электрической сепарации (исключая диэлектрическую сепарацию) разделяемым частицам необходимо сообщить заряды, отличающиеся знаком и (или) величиной. Увеличение

различий в зарядах разделяемых частиц приводит к повышению эффективности электрического обогащения.

Практическое применение нашли следующие способы сообщения зарядов частицам: контакт частицы с заряженным электродом; осаждение ионов на частицу; трибоэлектризация частицы.

К электрическим свойствам минералов, по которым осуществляется разделение, относятся электрическая проводимость и диэлектрическая проницаемость. Электрические свойства минералов не являются постоянными физическими величинами, они зависят от состояния поверхности частиц (окисление, загрязнение), от влажности и температуры.

При электростатической сепарации осуществляется разделение частиц минералов по электрической проводимости. При этом способе исходный продукт делится на проводники, полупроводники и диэлектрики.

Электростатический способ сепарации предусматривает проведение следующих технологических операций: подготовка материала к обогащению, сообщение селективного заряда частицам и разделение их в электрическом поле. В чисто электростатических сепараторах операция сообщения заряда частицам совмещается с операцией разделения.

Наибольшее распространение при обогащении полезных ископаемых получила собственно *электростатическая сепарация* и *трибоэлектростатическая сепарация* (сообщение заряда путём трибоэлектризации предшествует операции разделения).

По конструктивному исполнению основного элемента – электрода – электростатические сепараторы делятся на барабанные, камерные и пластинчатые.

Барабанный электростатический сепаратор (рисунок 1) состоит из питателя, вращающегося заземлённого барабана-электрода, отклоняющего изолированного электрода, трубчатой формы, источника высокого напряжения, щётки для очистки барабана, шиберов для регулирования качества и количества продуктов разделения и приёмников продуктов разделения.

Исходный материал с помощью питателя равномерным слоем подаётся на барабан-электрод. Частицы-проводники получают от барабана положительный заряд очень быстро и отталкиваются от барабана («+» от «+») и попадают в приёмник проводниковой фракции. Для большего отклонения частиц-проводников от барабана применяют отклоняющий отрицательный электрод, к которому стремятся притянуться частицы-проводники.

Частицы-диэлектрики за время нахождения на барабане-электроре не успевают получить существенный заряд и не отталкиваются от барабана. Кроме того, частицы-диэлектрики поляризуются в электростатическом поле и притягиваются к барабану. Для очистки барабана от частиц-диэлектриков применяется вращающаяся щётка. Частицы с промежуточными электрическими свойствами попадают в приёмник промпродуктовой фракции

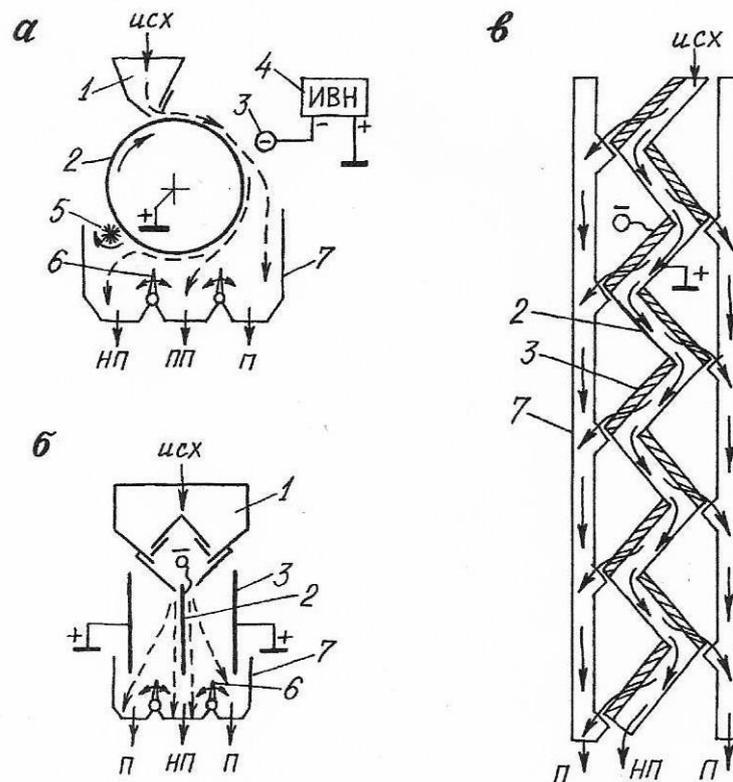


Рисунок 1: Схемы электростатических сепараторов: а – барабанный , б – камерный с вертикально расположенными электродами, в – каскадный пластинчатый

Обозначения: 1 - бункер-питатель, 2 – зарядный электрод, 3 – отклоняющий электрод (труба, пруток, пластина), 4 – источник высокого напряжения, 5 – щетка, 6 – шибер, 7 – приемники продуктов разделения
 п-проводники, нп-непроводники (диэлектрики), пп-промежуточный продукт

Каскадный пластинчатый электростатический сепаратор содержит целый ряд однотипных каскадов, установленных зигзагообразно. Каждый из каскадов сепаратора состоит из нижнего заземлённого положительного гладкого пластинчатого электрода и верхнего изолированного отрицательного жалюзиобразного электрода, выполненного в виде наклонных пластин. Угол наклона электродов составляет около 50° .

Частицы-проводники заряжаются на нижнем электроде, отталкиваются от него («+» от «+»), движутся к верхнему электроду («+» к «-»), проходят через зазор между наклонными пластинами и собираются в приёмник.

Частицы-проводники, не прошедшие сквозь верхний электрод, попадают на нижний электрод следующего каскада, где процесс их зарядки продолжается. Частицы-непроводники движутся по зигзагообразно установленным электродам (нижним), пока не попадут в свой приёмник.

Транспортирование материала по наклонным пластинчатым электродам имеет ряд особенностей, связанных с возможностью получения частицами-диэлектриками значительных трибозарядов из-за трения частиц друг о друга и о поверхность электрода, что может значительно ухудшить показатели обогащения.

При трибоэлектростатической сепарации осуществляется разделение частиц минералов, получивших в результате трибоэлектризации положительный и отрицательный заряды. Трибоэлектростатическую сепарацию применяют для разделения минералов-диэлектриков.

Главной отличительной особенностью трибоэлектростатических сепараторов от собственно электростатических является разделение операций сообщения заряда (первая операция) и разделения частиц (вторая операция).

Для трибоэлектризации (зарядки) частиц исходного материала чаще используют контакт частиц со специальными поверхностями (подложками), по которым частицы движутся в зону разделения, получая трибозаряд.

Трибоэлектростатический барабанный сепаратор (рисунок 2) состоит из бункера-питателя, наклонной пластины, вращающихся барабанов-электродов, щёток для очистки барабанов, шибера и приёмников продуктов разделения.

Исходный материал с помощью бункера-питателя равномерным слоем подается на пластину (подложку), где частицы одних минералов получают положительный заряд, а частицы других – отрицательный.

При попадании частиц с отрицательным зарядом на положительный барабан они притянутся к барабану («-» к «+») и будут транспортироваться последним в свой приёмник. При попадании частиц с положительным зарядом на положительный барабан они оттолкнутся от барабана («+» от «+») и притянутся к барабану («+» к «-») и попадут в свой приёмник.

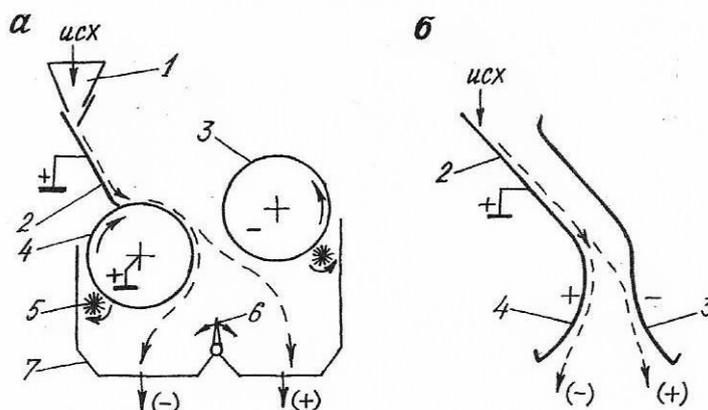


Рисунок 2: Схемы трибоэлектрических сепараторов: а – барабанный, б – камерный с пластинчатыми электродами

Обозначения: 1 – бункер-питатель, 2 – наклонная пластина (подложка), 3 и 4 – электроды (барабаны, пластины специального профиля), 5 – щетка, 6 – шибера, 7 – приемники продуктов разделения

(-) – частицы с отрицательным зарядом, (+) – частицы с положительным зарядом

Трибоэлектростатический камерный сепаратор с пластинчатыми электродами состоит из наклонной плоскости с вибрацией или без таковой, на которую подаётся из питателя исходный материал. Получившие трибозаряд на плоскости частицы попадают в камеру разделения, образованную двумя электродами специального профиля. Частицы с положительным зарядом