



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

---

# Обзор рынка медного купороса в России

*Демонстрационная версия*

**Москва**  
**октябрь, 2011**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>9</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>10</b>
<b>I. Технология производства, качество медного купороса и используемое сырьё.....</b>	<b>11</b>
I.1. Технология производства медного купороса .....	11
I.2. Требования промышленности к качеству выпускаемой продукции .....	14
<b>II. Производство медного купороса в РФ (1997-2010 гг.) .....</b>	<b>18</b>
II.1. Динамика производства медного купороса.....	18
II.2. Основные предприятия-производители медного купороса в РФ .....	21
II.2.1. ОАО «Уралэлектромедь» (г. Верхняя Пышма, Свердловская область) .....	21
II.2.2. ЗАО «Кыштымский медеэлектролитный завод» (г. Кыштым, Челябинская область).....	28
II.2.3. ОАО «НЕКК» (г. Челябинск) .....	33
II.2.4. ООО «Интермикс Мет» (ОАО «Гидрометаллургический завод» г. Лермонтов, Ставропольский край) .....	38
<b>III. Экспорт-импорт медного купороса в РФ.....</b>	<b>42</b>
III.1. Объем экспорта-импорта медного купороса в РФ в 2000-2010 гг. ....	42
III.2. Тенденции и особенности экспортно-импортных поставок медного купороса в РФ.....	45
III.3. Основные направления экспортно-импортных поставок медного купороса в РФ.....	49
<b>IV. Обзор цен на медный купорос.....</b>	<b>54</b>
IV.1. Текущие внутренние цены на медный купорос .....	54
IV.2. Динамика экспортно-импортных цен на медный купорос в РФ .....	56
<b>V. Потребление медного купороса в России .....</b>	<b>59</b>
V.1. Баланс потребления медного купороса .....	59
V.2. Структура потребления сульфата меди в России.....	61
V.3. Основные отрасли и предприятия - потребители медного купороса... ..	64
V.3.1. Сельское хозяйство .....	64
V.3.2. Горнодобывающая отрасль.....	68
V.3.2.1. ОАО «Учалинский ГОК» .....	69
V.3.2.2. ОАО «Святогор» .....	72
V.3.2.3. ОАО «Золотодобывающая компания «Полюс».....	74
<b>VI. Прогноз производства и потребления медного купороса в РФ на период до 2015 г. ....</b>	<b>77</b>

<b>Приложение 1: Адресная книга основных российских производителей медного купороса.....</b>	<b>79</b>
<b>Приложение 2: Адресная книга основных российских потребителей медного купороса.....</b>	<b>79</b>

## СПИСОК ТАБЛИЦ

- Таблица 1: Техническая характеристика и основные свойства медного купороса (согласно ГОСТ 19347-99)
- Таблица 2: Физико-химические свойства технического мелкодисперсного медного купороса (согласно ТУ 2141-100-00194429-2003)
- Таблица 3: Физико-химические свойства пищевого и кормового мелкодисперсного медного купороса
- Таблица 4: Предприятия, выпускающие медный купорос в РФ, и применяемые ими технологии
- Таблица 5: Технические характеристики медного купороса (согласно ГОСТ 4165-78)
- Таблица 6: Производство медного купороса в России по предприятиям в 1997-2010 гг., тыс. т
- Таблица 7: Крупнейшие зарубежные покупатели медного купороса производства ОАО «Уралэлектромедь» в 2007-2010 гг., тыс. т
- Таблица 8: Российские потребители медного купороса производства ОАО «Уралэлектромедь» в 2007-2010 гг., т
- Таблица 9: Общая выручка ОАО «Уралэлектромедь» (млн руб.) и доля купороса в ее объеме (%) в 2007-2010 гг.
- Таблица 10: Крупнейшие покупатели медного купороса производства ЗАО «КМЭЗ» в 2007-2010 гг., тыс. т
- Таблица 11: Крупнейшие российские потребители медного купороса производства ЗАО «КМЭЗ» в 2005-2010 гг., тыс. т
- Таблица 12: Общий объем выручки ЗАО «КМЭЗ» (млн руб.) и доля купороса в ее объеме (%) в 2007-2010 гг.
- Таблица 13: Крупнейшие зарубежные покупатели медного купороса производства ОАО «НЕКК» в 2007-2010 гг., тыс. т
- Таблица 14: Крупнейшие российские потребители медного купороса производства ОАО «НЕКК» в 2007-2010 гг., тыс. т
- Таблица 15: Общий объем выручки ОАО «НЕКК» (тыс. руб.) и доля купороса в ее объеме (%) в 2008-2011 гг.
- Таблица 16: Крупнейшие зарубежные получатели медного купороса производства ОАО «ГМЗ» в 2007-2010 гг., тыс. т
- Таблица 17: Внешняя торговля медным купоросом в РФ в 2000-2010 гг., тыс. т, млн \$
- Таблица 18: Экспорт медного купороса по российским производителям в 2005-2010 гг., тыс. т
- Таблица 19: Основные страны-потребители российского медного купороса в 2005-2010 гг., тыс. т
- Таблица 20: Основные страны-поставщики медного купороса в Россию в 2005-2010 гг., т
- Таблица 21: Основные производители медного купороса, поставляемого в Россию в 2005-2010 гг., т

- Таблица 22: Основные российские получатели импортного медного купороса в 2005-2010 гг., т
- Таблица 23: Цены основных производителей медного купороса с НДС по состоянию на конец 2010 г., руб./т
- Таблица 24: Цены трейдеров на медный купорос с НДС по состоянию на 2010 г., руб./т
- Таблица 25: Цена расфасовки медного купороса с НДС по состоянию на 2010 г., руб.
- Таблица 26: Средние экспортно-импортные цены на медный купорос в России в 2005-2010 гг., \$/т
- Таблица 27: Среднеэкспортные цены на российский медный купорос в 2007-2010 гг., \$/т
- Таблица 28: Среднеэкспортные цены на российский медный купорос в 2007-2010 гг. для стран-потребителей, \$/т
- Таблица 29: Цены на импортируемый в Россию купорос в зависимости от стран-поставщиков и марки купороса в 2007-2010 гг., \$/т
- Таблица 30: Баланс производства и потребления медного купороса в России в 1999-2010 гг., тыс. т, %
- Таблица 31: Структура потребления медного купороса в РФ по отраслям в 2008-2010 гг., %
- Таблица 32: Основные потребители медного купороса в РФ в 2005-2010 гг., тыс. т
- Таблица 33: Посевные площади (тыс. га) и сбор урожая в РФ (тыс. т) в 2010 г.
- Таблица 34: Число сельскохозяйственных организаций (хозяйств) и общая площадь земли по категориям хозяйств в России (млн га)
- Таблица 35: Потребители медного купороса в сельскохозяйственной отрасли в 2007-2010 гг., т
- Таблица 36: Цены с НДС на купорос, покупаемый ОАО «УГОК», тыс. руб./т
- Таблица 37: Поставки купороса в ОАО «Святогор» в 2007-2010 гг., тыс. т
- Таблица 38: Поставки купороса в ОАО «Полюс Золото» в 2003-2010 гг., т

## СПИСОК РИСУНКОВ

- Рисунок 1: Общая динамика производства медного купороса в России в 1997-2010 гг., тыс. т
- Рисунок 2: Структура производства медного купороса в России в 2005-2010 гг., %
- Рисунок 3: Планируемый и фактический выпуск медного купороса в ОАО «Уралэлектромедь» в 2007-2010 гг., тыс. т
- Рисунок 4: Уровень использования мощностей по выпуску медного купороса и рафинированной меди в ОАО «Уралэлектромедь» в 2006-2010 гг., %
- Рисунок 5: Крупнейшие страны-потребители медного купороса ОАО «Уралэлектромедь» в 2010 г., %
- Рисунок 6: Динамика производства (тыс. т) и доля использования мощностей по выпуску медного купороса (%) в ЗАО «КМЭЗ» в 2005-2010 гг.
- Рисунок 7: Крупнейшие страны-потребители медного купороса ЗАО «КМЭЗ» в 2010 г., %
- Рисунок 8: Динамика производства медного купороса ОАО «НЕКК» в 2006-2010 гг., тыс. т
- Рисунок 9: Крупнейшие страны-потребители медного купороса ОАО «НЕКК» в 2010 г., %**
- Рисунок 10: Динамика производства медного купороса ОАО «ГМЗ» в 2003-2010 гг., тыс. т
- Рисунок 11: Крупнейшие страны-потребители медного купороса ОАО «ГМЗ» в 2010 г., %
- Рисунок 12: Динамика экспортно-импортных поставок медного купороса в РФ в 2000-2010 гг., тыс. т
- Рисунок 13: Поквартальное изменение объемов экспортно-импортных поставок медного купороса в РФ в 2008-2010 гг., тыс. т
- Рисунок 14: Изменение структуры экспорта медного купороса по маркам в 2000-2010 гг., %
- Рисунок 15: Объем экспорта медного купороса и его доля от производства в 2000-2010 гг., %
- Рисунок 16: Доля экспорта РФ медного купороса в объеме его выпуска российскими производителями в 2005-2010 гг., %
- Рисунок 17: Структура крупнейших стран-потребителей российского медного купороса в 2010 г., %
- Рисунок 18: Динамика средних экспортно-импортных цен на медный купорос в РФ в 2005-2010 гг., \$/т
- Рисунок 19: Динамика производства, «видимого» потребления, экспорта и импорта медного купороса в России в 1999-2010 гг., тыс. т
- Рисунок 20: Основные направления использования медного купороса в России в 2010 г., %
- Рисунок 21: Производство медного и цинкового концентрата в ОАО «Учалинский ГОК» в 2005-2010 гг., тыс. т

Рисунок 22: Доля доходов от реализации продукции в ОАО «УГОК» в 2008-2010 гг., %

Рисунок 23: Поставки купороса в ОАО «Учалинский ГОК» в 2003-2010 гг., тыс. т

Рисунок 24: Производство цинкового концентрата в ОАО «Святогор» в 2005-2010 гг., тыс. т

Рисунок 25: Производство золота на Олимпиадинском месторождении ОАО «Полюс Золото» в 2005-2010 гг., т

Рисунок 26: Зависимость потребления купороса от объема производства золота в ОАО «Полюс» в 2005-2010 гг., т

Рисунок 27: Прогноз производства и потребления медного купороса в РФ до 2015 г., тыс. т

## АННОТАЦИЯ

Настоящий отчет посвящен исследованию текущего состояния рынка медного купороса в России. Отчет состоит из 6 частей, содержит 79 страниц, в том числе 27 рисунков, 38 таблиц и приложение.

Методологически работа выполнялась в виде "кабинетных" исследований. Были проанализированы многочисленные источники информации, прежде всего данные государственных органов – Федеральной службы государственной статистики РФ (ФСГС РФ), Федеральной таможенной службы РФ (ФТС РФ), статистики железнодорожных перевозок РФ. Кроме того, нами были использованы данные отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, а также интернет-сайтов предприятий-производителей.

В первой главе отчета дано описание технологии производства и требований промышленности к качеству медного купороса.

Во второй главе отчета приведены сведения о динамике производства медного купороса в России. Также в данной главе подробно рассмотрены основные предприятия-производители медного купороса.

В третьей главе отчета приводятся данные о внешнеторговых операциях с медным купоросом в России за период 2000-2010 гг. Рассмотрен объем, тенденции и основные направления экспортно-импортных поставок медного купороса.

В четвертой главе приведены сведения об уровне цен на различные марки купороса на внутреннем рынке. Кроме того, проанализированы данные об изменениях экспортно-импортных цен на данную продукцию в России.

В пятой главе отчета рассматривается потребление медного купороса в России. В данном разделе приведен баланс производства – потребления этой продукции, отраслевая структура потребления, приведены основные потребители, а также текущее состояние и перспективы развития крупнейших предприятий-потребителей.

В шестой главе отчета приводится прогноз развития российского рынка медного купороса на период до 2015 г.

В приложении приведены адреса и контактная информация предприятий, выпускающих и потребляющих медный купорос в России.

## ВВЕДЕНИЕ

Медный купорос  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  – меди (II) сульфат 5-ти водный; кристаллический порошок или кристаллы от темно-синего до голубого цвета.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  – кристаллы ромбической сингонии, молекулярная масса 249,68; плотность 3,64 г/см<sup>3</sup>; температура плавления 110 °С; температура обезвоживания 258 °С. Растворим в воде, разбавленном спирте, глицерине и концентрированной соляной кислоте. Легко образует основные сульфаты, двойные соли (шёниты), аммиакаты. Медь сернокислая (II) встречается в природе в виде минералов *халькокианита*  $\text{CuSO}_4$ , *халькантита*  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , *бонаттита*  $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , *бутита*  $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , *брошантита*  $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$  и др.

В промышленности медный купорос является продуктом переработки медного лома и электролитического рафинирования.

Медный купорос применяется для обогащения руд при флотации, в сельском хозяйстве, в промышленности (при производстве искусственных волокон, органических красителей, минеральных красок, мышьяковистых химикатов).

# I. Технология производства, качество медного купороса и используемое сырьё

## I.1. Технология производства медного купороса

Существует два основных способа производства медного купороса:

- 1) производство медного купороса из медного лома;
- 2) производство медного купороса с использованием электролитных растворов медеэлектролитных заводов.

Производство медного купороса из медного лома состоит из трех стадий:

- 1) получение гранулированной меди;
- 2) получение раствора сульфата меди;
- 3) кристаллизация и сушка медного купороса.

Гранулированную медь получают в отражательной печи, плавкой медного лома («тяжелая» медь). Проволоку, стружку, высечку и т.п. («легкая» медь) перед подачей в печь брикетируют. Плавку лома ведут обычно в пламенных печах из огнеупорного шамотного кирпича, отапливаемых мазутом.

Плавка меди в печи продолжается, в зависимости от количества примесей, 4,5-6 часов. После удаления шлака в «кипящую» медь забрасывают серу, затем ее выпускают тонкой струей в воду, находящуюся в гранулировочном бассейне (бетонированная яма).

В бассейн помещают стальную корзину с дырчатými стенками, где собираются гранулы. При подъеме корзины с гранулированной медью вода стекает через отверстия в стенках корзины. Образующиеся гранулы имеют диаметр 5-15 мм. Вес 1 л гранул не должен превышать 2 кг.

Для получения раствора сульфата меди гранулированную медь загружают в натравочную башню. На высоте 0,5-0,9 м от дна в башне имеется днище, в котором находится слой меди, высоту которого поддерживают периодическими загрузками на уровне 0,25 м от крышки башни. Под крышкой помещена турбинка, с помощью которой медь непрерывно орошается смесью серной кислоты с маточным раствором. Количество находящейся в башне меди составляет 22-28 т.

В башне происходит одновременно окисление и растворение меди. Эти процессы идут с выделением тепла, достаточным для повышения температуры до уровня 70-85<sup>0</sup>С. Для окисления меди в башню под колосниковую решетку вдувают воздух в смеси с паром, для его нагревания. Подачей пара также регулируют температуру в башне. С 1 м<sup>3</sup> натравочной башни можно получить в сутки более 1,3 т медного купороса.

Орошающий щелок содержит 20-30% CuSO<sub>4</sub>•5H<sub>2</sub>O, и 12-19% свободной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Плотность орошения натравочной башни 1,5-2,1 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>•ч), обеспечивает образование на поверхности медных гранул очень тонкой

жидкостной пленки, через которую кислород диффундирует к меди с достаточной скоростью.

Вытекающий из натравочной башни горячий щелок (74-76<sup>0</sup>С) представляет собой почти насыщенный раствор медного купороса – он содержит 42-49%  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и 4-6% свободной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Этот щелок подают центробежным насосом во вращающийся кристаллизатор непрерывного действия с воздушным охлаждением раствора. Смесь кристаллов медного купороса с маточным раствором через сборник с мешалкой поступает в центрифугу, где кристаллы, отжатые от маточного раствора, промываются водой. На центрифугирование поступает пульпа с соотношением Т:Ж от 1:2 до 1:1,5. Отфугованный продукт, содержащий 4-6% влаги и 0,15-0,2% кислоты, высушивают в барабанной сушилке воздухом при 90-100<sup>0</sup>С. Маточный раствор и промывную воду после смешения с серной кислотой возвращают в производственный цикл.

В маточном растворе происходит постепенное накопление примесей, все больше загрязняющих продукт. Содержащийся в медном купоросе сульфат никеля удаляют при однократной перекристаллизации. Для удаления  $\text{FeSO}_4$  необходима многократная перекристаллизация. Получение медного купороса с содержанием 99,9%  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  однократной перекристаллизацией из раствора, насыщенного при 70<sup>0</sup>С, возможно при содержании в нем не более 0,3%  $\text{NiSO}_4$  и не более 0,15%  $\text{FeSO}_4$ .

Если в растворе больше 40 г/л  $\text{FeSO}_4$ , то количество железа в продукте больше 0,4%, то есть выше нормы, допускаемой ГОСТом для продукта III сорта. Из растворов, содержащих больше 100-120 г/л  $\text{FeSO}_4$ , выделяются смешанные кристаллы железного и медного купоросов с характерной сине-зеленой окраской.

Содержание железа в кристаллах медного купороса можно уменьшить предварительным окислением  $\text{Fe}^{2+}$  в  $\text{Fe}^{3+}$ . Степень очистки можно повысить в 2-4 раза при добавке к раствору незначительного количества  $\text{HF}$  (плавиковой кислоты), что приводит к образованию фторидных комплексов  $\text{Fe}^{3+}$ . Присутствие ионов никеля также уменьшает размеры кристаллов, а мышьяка – увеличивает.

На производство 1 т кристаллического медного купороса расходуют: 0,27-0,29 т лома меди и 0,39-0,40 т серной кислоты (100%).

Способ производства медного купороса из медного лома применяется в ОАО «Гидрометаллургический завод» (г. Лермонтов) и ОАО «НЕКК» (г. Челябинск).

Второй способ – это получение медного купороса с использованием электролитных растворов медеэлектролитных заводов.

При электролитическом рафинировании меди применяют электролит, содержащий в 1 л 30-45 г меди в виде сульфата и около 200 г свободной серной кислоты. Также в электролите присутствуют примеси  $\text{NiSO}_4$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$  и др. В связи с накоплением этих примесей и переходом в раствор меди, часть электролита должна выводиться из процесса. Наиболее

экономичным способом утилизации выводимого из цикла электролитного раствора является переработка его в медный купорос, так как стоимость последнего выше, чем стоимость затраченных на его производство меди и серной кислоты.

Поэтому находящуюся в выделенном электролите серную кислоту нейтрализуют материалами, содержащими медь (катодным скрапом, стружкой). Нейтрализацию производят при циркуляции раствора через слой материала, содержащего медь, загруженного в резервуары, называемые окислителями. В них вдувают воздух, требующийся для окисления меди в процессе ее растворения в серной кислоте. Здесь происходит тот же процесс, что и описанный выше, идущий в натравочных башнях. Температуру раствора поддерживают около 70-80<sup>0</sup>С нагреванием через паровые змеевики или острым паром. После снижения содержания свободной серной кислоты в растворе до 0,5%, для чего обычно требуется от 12 до 24 часов, раствор поступает на выпаривание, причем из него частично выделяются соли железа и кальция. Затем раствор охлаждается в кристаллизаторах, где из него выделяются кристаллы медного купороса. Из оставшегося маточного раствора извлекают никелевый купорос, загрязненный сульфатом меди.

Содержащиеся в меди примеси при рафинировании частично переходят в шлам, в котором находятся значительные количества меди. Извлечение меди из шлама производят выщелачиванием серной кислотой при 85<sup>0</sup>С с продувкой воздухом. Несмотря на длительность этой операции (до 18 ч), в шламе остается 8-10% меди.

Способ производства медного купороса с использованием электролитных растворов медеэлектролитных заводов применяется в ОАО «Уралэлектромедь» (г. Верхняя Пышма) и ЗАО «КМЭЗ» (г. Кыштым).

Медный купорос, получаемый в ОАО «Южуралникель» (г. Орск), является побочным продуктом. Плавку никелевого штейна ведут с добавлением кокса и пирита (содержит медь) в качестве сульфидизатора. Полученный медный купорос является побочным продуктом и выделяется в товарный продукт.

Таким образом, сырьем для получения медного купороса является серная кислота, медный лом и отработанные электролитные растворы.

## 1.2. Требования промышленности к качеству выпускаемой продукции

ГОСТ 19347-99 распространяется на медный купорос, предназначенный для сельского хозяйства, промышленности (при производстве искусственных волокон, органических красителей и минеральных красок, мышьяковистых химикатов, для обогащения руды при флотации), розничной торговли и экспорта.

### *Технические требования*

1.1. Медный купорос должен быть изготовлен в соответствии с требованиями настоящего стандарта по технологической инструкции, утвержденной в соответствующем порядке.

Для розничной торговли медный купорос по внешнему виду должен соответствовать образцу эталону, утвержденному в соответствии с ГОСТ 15.009.

1.2. Медный купорос должен изготавливаться двух марок: А и Б.

1.3. По физико-химическим показателям медный купорос должен соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице 1.

1.4. Медный купорос марки А высшего и первого сортов и марки Б высшего сорта, используемый в животноводстве, должен содержать свинца не более 0,01%, кадмия не более 0,01%, никеля не более 0,005%, сурьмы не более 0,005%, ртути не более 0,0001%, цинка не более 0,01%, массовые доли которых гарантируются технологией и определяются по требованию потребителя.

1.5. Не допускаются наличие в медном купоросе посторонних включений (куски дерева, металла и пр.).

**Таблица 1: Техническая характеристика и основные свойства медного купороса (согласно ГОСТ 19347-99)**

Наименование показателя	Норма для марки и сорта				
	А		Б		
	Высший	Первый	Высший	Первый	Второй
1. Массовая доля медного купороса: в пересчете на $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , %, не менее	99,1	98,0	98,1	96,0	93,1
в пересчете на медь, %, не менее	25,22	24,94	24,97	24,43	23,67
2. Массовая доля железа, %, не более	0,02	0,04	0,04	0,05	0,10
3. Массовая доля свободной серной кислоты, %, не более	0,20	0,25	0,20	0,25	0,25
4. Массовая доля нерастворимого в воде осадка, %, не более	0,03	0,05	0,05	0,05	0,10
5. Массовая доля мышьяка, %, не более	0,002	0,012	0,012	0,012	0,028

Примечания:

1. Для сельского хозяйства и в розничную торговлю поставляют медный купорос марок А и Б высшего и первого сортов.

2. В медном купоросе марки А высшего сорта, предназначенного для экспорта, массовая доля кальция должна быть не более 0,006%, массовая доля магния – не более 0,05%.

*Источник: ФГУП «Стандартинформ»*

Медный купорос технический мелкодисперсный выпускается по ТУ 2141-100-00194429-2003 (таблица 2).

**Таблица 2: Физико-химические свойства  
технического мелкодисперсного медного купороса  
(согласно ТУ 2141-100-00194429-2003)**

Наименование показателей	Норма
Массовая доля медного купороса: в пересчете на $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , %, не менее	98,0
в пересчете на медь, %, не менее	24,5
Массовая доля железа, %, не более	0,04
Массовая доля свободной серной кислоты, %, не более	0,25
Массовая доля нерастворимого в воде осадка, %, не более	1,05
Массовая доля мышьяка, %, не более	0,012

Примечание:

В мелкодисперсном медном купоросе содержание фракции мельче 0,63 мм не менее 95%.

*Источник: ФГУП «Стандартинформ»*

Мелкодисперсный медный купорос, предназначенный для применения в кормовых и пищевых добавках, имеет следующий гранулометрический состав:

- от 0,045 до 0,3 мм
- от 0,2 до 0,8 мм
- от 0,3 до 0,8 мм
- от 0,045 до 0,8 мм

Мелкодисперсный медный купорос обработан антислеживателем – диоксидом кремния  $\text{SiO}_2$  (Е 554), в соотношении 1,5-2% от общего веса продукта. Физико-химические свойства мелкодисперсного пищевого и кормового медного купороса представлены в таблице 3.

**Таблица 3: Физико-химические свойства пищевого  
и кормового мелкодисперсного медного купороса**

Показатели (массовые доли)	Норма
Массовая доля медного купороса: в пересчете на $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , не менее	99,5%
в пересчете на медь, не менее	25,32%
Железа (Fe)	250 ppm
Свободной серной кислоты	0,07%
Общий токсический эквивалент содержания диоксинов, дибензофуранов, полихлорированных бифенилов TEQ	1 пкг/г
Мышьяка (As)	0,2 ppm
Сурьмы (Sb)	10 ppm
Свинца (Pb)	30 ppm
Кадмия (Cd)	3 ppm
Никеля (Ni)	20 ppm
Ртуту (Hg)	0,001 ppm
Цинка (Zn)	20 ppm
Кальция (Ca)	2 ppm
Магния (Mg)	30 ppm
Хрома (Cr)	50 ppm
Фтора (F)	10 ppm
Хлора (Cl)	30 ppm
Калия (K)	10 ppm
Таллия (Tl)	8 ppm

*Источник: ФГУП «Стандартинформ»*

В настоящее время медный купорос производят 5 предприятий. Технологии предприятий и сырье для производства медного купороса представлены в таблице 4.

**Таблица 4: Предприятия, выпускающие медный купорос в РФ, и применяемые ими технологии**

Предприятие	Технология производства	Сырье для производства (поставщик)	Выпускаемые марки	Мощности

Источник: «ИнфоМайн»

Следует отметить, что в небольших объемах медный купорос также производят заводы химреактивов для лабораторных и научных целей. Выпускаются три марки: медь сернокислая 5-водная «х. ч.», медь сернокислая 5-водная «ч. д. а.» и медь сернокислая 5-водная «ч.» (таблица 5).

**Таблица 5: Технические характеристики медного купороса (согласно ГОСТ 4165-78)**

Наименование показателей	Норма		
	Химически чистый (х. ч.)	Чистый для анализа (ч. д. а.)	Чистый (ч.)
Массовая доля 5-водной сернокислой меди (II) (CuSO <sub>4</sub> •5H <sub>2</sub> O) %, не менее	99,5	99,5	98,5
Массовая доля нерастворимых в воде веществ, %, не более	0,002	0,004	0,008
Массовая доля общего азота (N), %, не более	0,001	0,002	0,008
Массовая доля хлоридов (Cl), %, не более	0,0005	0,0005	0,0050
Массовая доля железа (Fe), %, не более	0,001	0,005	0,020
Массовая доля мышьяка (As), %, не более	0,0005	0,0005	не нормируется
Массовая доля неосаждаемых сероводородом веществ в виде сульфатов, %, не более	0,05	0,10	0,20
Массовая доля никеля (Ni), %, не более	0,002	не нормируется	

Источник: ФГУП «Стандартинформ»