

Национальный стандарт «Медь высокой чистоты»

Подготовка инструкций

(Просмотренный черновик)

Группа по составлению стандартов меди высокой чистоты

Подготовлено: Jinchuan Group Co., Ltd.

Май 2019 г.

Инструкция по составлению национального стандарта «Медь высокой чистоты»

一、Профиль работы

1. Источник задачи

четвертому пакету планов разработки и пересмотра национальных стандартов в 2017 году, выпущенных Национальным управлением по стандартизации 28 декабря 2016 года (см. Комплексный документ Национального управления по стандартизации [2017] № 128), пересмотр национального стандарта GB/T 26017-2010 Высокочистая медь проходил под руководством Jinchuan Group Co., Ltd., а срок завершения проекта был намечен на декабрь 2019 года .

2. Цель и значение стандартной формулировки

Изделия из высокочистой меди являются специальными вспомогательными материалами для Национального специального проекта 02 005 «Подготовка и индустриализация сверхчистых медных сплавов для проводов с длиной волны 45–28 нм». В настоящее время рынок сбыта пластин из высокочистой меди находится преимущественно за рубежом. Они используются в основном в полупроводниковой промышленности, такой как мишени для распыления, интегральные схемы, крупногабаритные дисплеи, тонкопленочные солнечные элементы и накопители большой емкости. Они являются ключевыми материалами, способствующими развитию микроэлектронной промышленности.

Однако, в связи с быстрым развитием высокотехнологичных отраслей промышленности, таких как производство мишеней, покрытий и электроники, области применения высокочистой меди в последние годы постепенно расширяются. Рынок выдвинул конкретные верхние предельные стандарты содержания определенных примесей в продукции. Национальный стандарт «GB/T 26017-2010 Высокочистая медь» больше не соответствует требованиям существующих областей применения высокочистой меди, и существует большой разрыв между стандартами

закупок высокочистой меди, предлагаемыми международными заказчиками. С одной стороны, это не способствует повышению уровня качества отечественной высокочистой медной продукции для удовлетворения потребностей международных заказчиков, а с другой стороны, не может в полной мере отражать уровень качества высокочистой меди, производимой в моей стране. Поэтому пересмотр действующего национального стандарта на высокочистую медь неизбежен.

3. Введение в продукцию из высокочистой меди

3.1 Свойства и применение высокочистой меди

Высокочистые металлы – это результат сочетания современных высокотехнологичных технологий. Высокочистая медь с чистотой 5N (99,999%) и выше – это новый тип металлического материала с превосходными эксплуатационными характеристиками.

Высокочистая медь наиболее широко используется в качестве мишени для распыления. Высокочистые медные мишени (99,999% и выше) используются для межсоединений в полупроводниковых кристаллах и солнечных батареях, а также для ионного осаждения. Они также широко используются в высококачественных аудиокабелях и соединительных проводах для больших интегральных схем. В национальной обороне они могут использоваться в качестве сырья для суперсплавов и новых сплавов в атомной промышленности, в качестве защитных материалов для ядерных реакторов и в качестве мишеней для прецизионных физических испытаний.

3.2 Введение в отечественное и зарубежное производство

Производство высокочистой меди в основном сосредоточено в таких странах и регионах, как США, Япония и Китай. Высокочистая медь, используемая в качестве сырья для мишеней для распыления полупроводников, ранее была полностью монополизирована несколькими

транснациональными корпорациями в США и Японии. Среди них Japan Mining and Metals Corporation и американская Honeywell, которые обладают полной цепочкой поставок – от высокочистых материалов до конечной продукции.

В настоящее время в Китае три крупных компании способны производить медь высокой чистоты (выше 5N). Компания Jinchuan Group Co., Ltd. занимается исследованиями и развитием бизнеса в области высокочистой меди с 2006 года, что делает её первой и крупнейшей производственной базой высокочистой меди в Китае с годовой производительностью 200 тонн. Две другие компании, Henan Guoxi Ultrapure New Materials Co., Ltd. и Youyan Yijin New Materials Co., Ltd., недавно выпустили электролитические пластины из высокочистой меди, превосходящие национальный стандарт чистоты 6N.

Таблица 1. Мощности отечественного производства высокочистой меди

Название компании	Производственная мощность (тонн/год)	Тип продукта
Цзиньчуань Групп Ко., Лтд.	400	Пластины и слитки из высокочистой меди
Государственная печать провинции Хэнань	100	Лист меди высокой чистоты
Юань Иджин	70	Высокочистые медные пластины, распыляемые мишени, материалы для испарения меди

4. Редакционный блок

Jinchuan Group Co., Ltd. — всемирно известный крупный комплекс цветной металлургии и химии, объединяющий горнодобывающую, обогатительную и плавильную отрасли. Компания обладает богатыми запасами меди, никеля, кобальта и других редких и драгоценных металлов. В настоящее время компания ежегодно производит 150 000 тонн никеля, 600 000 тонн меди, 10 000 тонн кобальта и 8 000 килограммов металлов платиновой группы. Jinchuan Group является крупнейшим в Китае производителем никеля, кобальта и металлов платиновой группы, а также третьим по величине производителем меди. Jinchuan Group владеет третьим по величине в мире месторождением медно-никелевых сульфидов и осуществляет разработку и сотрудничество в сфере минеральных ресурсов цветных металлов в 24 странах и регионах мира, обеспечивая надежную гарантию поставок сырья для развития производства высокочистых металлов Jinchuan Group Co., Ltd.

С 2006 года компания Jinchuan Group Co., Ltd. занимается исследованиями и разработками в области производства высокочистой меди, став первой и крупнейшей в Китае производственной базой высокочистой меди. В настоящее время компания располагает производственными линиями мощностью 400 тонн высокочистой меди в год и 20 тонн высокочистого никеля и кобальта в год, а также может расширять и наращивать производственные мощности в зависимости от расширения рынка. Технология производства высокочистой меди Jinchuan в настоящее время является передовой на международном уровне и первоклассной на внутреннем рынке. Jinchuan является лидером в индустриализации высокочистых металлов, а ее высокочистая продукция получила признание многих крупных зарубежных производителей мишеней для распыления. В настоящее время Jinchuan Group Co., Ltd. является третьим по величине в мире производителем высокочистой меди, ориентированным на клиентов из сферы высокотехнологичных полупроводников по всему миру, с основными экспортными поставками в США, Японию, страны Европы и Тайвань.

По сравнению с отечественными аналогами, компания Jinchuan Group Co., Ltd. вышла на рынок высокочистой меди, никеля и кобальта

сравнительно рано. Объединив технологии гидрометаллургии и вакуумной плавки, она успешно разработала продукцию из высокочистой меди чистотой 5N (99,999%) – 7N (99,99999%), имеющую независимые права интеллектуальной собственности. Компания владеет девятью официальными патентами, включая «Способ получения высокочистой меди и медных сплавов», и тремя сертифицированными технологическими достижениями. Компания также разработала три национальных стандарта: «Высокочистая медь GB26017-2010», «Высокочистый кобальт GB26018-2010» и «Высокочистый никель GB26016-2010».

5. Основной рабочий процесс

5.1 Исследование рынка

В настоящее время рынок сбыта высокочистых медных пластин в основном ориентирован на зарубежные рынки, а доля отечественного экспорта высокочистой меди составляет 85–90%. Она используется в основном в полупроводниковой промышленности, такой как мишени для распыления, интегральные схемы, крупногабаритные дисплеи, тонкопленочные солнечные элементы и накопители большой емкости. Она является ключевым материалом, способствующим развитию микроэлектронной промышленности.

С улучшением оборудования и процессов распыления, спрос на мишени для распыления постепенно рос, и целевой рынок расширяется. В 2014 году мировой рынок полупроводников достиг 339,8 млрд долларов США. Рынок полупроводников материкового Китая достиг 169,04 млрд долларов США, со средним годовым темпом роста 21,4%, что значительно превышает мировой темп роста в 7,9%. Китай превзошел и Японию, и Соединенные Штаты, став крупнейшим в мире рынком полупроводниковых интегральных схем. В 2017 году рынок полупроводников Китая достиг 300 млрд долларов США, с ожидаемым темпом роста 13,0%. Растущее применение смартфонов 4G, умных домов, автомобильной электроники и беспроводных сетей, несомненно, будет стимулировать будущее развитие рынка полупроводниковых

интегральных схем Китая, порождая огромный спрос на высокочистую медь и ее мишени для распыления.

Мировой рынок мишеней для распыления полупроводников в 2017 году достиг 13 миллиардов долларов США, а совокупный среднегодовой темп роста в период с 2013 по 2017 год составил 13%. Ожидается, что к 2020 году объём мирового рынка мишеней для распыления превысит 16 миллиардов долларов США. В 2017 году доля китайского рынка в мировом рынке превысила 60%, что делает его крупнейшим потребительским рынком в мире.

В связи с быстрым развитием рынка полупроводниковых интегральных схем и рынка тонкоплёночных солнечных фотоэлектрических систем, спрос на высокочистую медь будет ежегодно расти. Согласно статистическим данным, мировой спрос на высокочистую медь марки 5N и выше в 2012 году составил около 500 тонн. Исходя из текущего темпа роста мирового рынка высокочистых металлов, составляющего около 8,9%, к 2020 году мировой спрос на высокочистую медь превысит 1000 тонн.

В настоящее время доля высокочистой меди компании Jinchuan Group Co., Ltd. на мировом рынке полупроводников составляет 25%, а доля высокочистого никеля и кобальта – 30%. Компания стала крупнейшим в мире поставщиком сверхчистых металлов для мишеней. Это продукция с наивысшим техническим содержанием и наибольшей долей мирового рынка среди всех продуктов Jinchuan Group.

Международный рынок высокочистой меди сосредоточен преимущественно в таких странах и регионах, как США и Япония. Некоторые компании в этих странах обладают полной цепочкой поставок – от высокочистых материалов до конечной продукции. Это особенно актуально для сектора полупроводниковых мишеней для распыления, в котором доминируют несколько транснациональных корпораций из США и Японии, таких как Nippon Mining and Metals и Honeywell. Однако, учитывая недавний рост числа отечественных производителей мишеней, таких как

Ningbo Jiangfeng Electronics Co., Ltd. и Youyan Yijin New Materials Co., Ltd., ожидается, что спрос на высокочистые металлы в моей стране будет продолжать расти.

5.2 Требования потребителей к показателям качества высокочистой меди

(1) Спрос международных клиентов на показатели качества высокочистой меди

Таблица 2. Требования международных заказчиков к индикаторам из меди высокой чистоты 5N

элемент	Содержание (ppm)	элемент	Содержание (ppm)
Ag	≤2.500	Mn	≤0.500
Al	≤1.000	Mo	≤0.050
As	≤1.000	Na	≤0.100
Au	≤1.000	Nb	≤0.050
B	≤0.050	Ni	≤0.500
Ba	≤0.050	P	≤0.010
Bi	≤0.100	Pb	≤1.000
Ca	≤0.100	Sb	≤2.000
Cd	≤0.050	Si	≤0.500
Cr	≤0.300	Sn	≤0.500
Co	≤0.500	Th	≤0.001
Fe	≤0.500	Ti	≤0.500
Ga	≤0.050	U	≤0.001
Ge	≤0.050	W	≤0.050
K	≤0.100	V	≤0.001
Li	≤0.050	Zn	≤2.000
Mg	≤0.500	Zr	≤0.500
Общее содержание примесей			≤10
S、Cl		S	≤2
		Cl	≤20

Таблица 3 Требования международных заказчиков к индикаторам из меди высокой чистоты 6N

элемент	Содержание (ppm)	элемент	Содержание (ppm)
Ag	≤0.300	Mn	≤0.010
Al	≤0.014	Mo	≤0.050
As	≤0.020	Na	≤0.002

Au	≤0.050	Nb	≤0.050
B	≤0.050	Ni	≤0.005
Ba	≤0.050	P	≤0.010
Bi	≤0.020	Pb	≤0.050
Ca	≤0.010	Sb	≤0.020
Cd	≤0.050	Si	≤0.050
Cr	≤0.007	Sn	≤0.050
Co	≤0.050	Th	≤0.0005
Fe	≤0.015	Ti	≤0.050
Ga	≤0.050	U	≤0.0005
Ge	≤0.050	W	≤0.050
K	≤0.008	V	≤0.001
Li	≤0.001	Zn	≤0.020
Mg	≤0.050	Zr	≤0.200
Общее содержание примесей			≤1
S、Cl	S		≤1
	Cl		≤5

Таблица 4. Требования международных заказчиков к индикаторам на основе меди высокой чистоты 7N

элемент	Содержание (ppm)	элемент	Содержание (ppm)
Ag	≤0.030	Mn	≤0.001
Al	≤0.001	Mo	≤0.001
As	≤0.001	Na	≤0.002
Au	≤0.001	Nb	≤0.0001
B	≤0.0001	Ni	≤0.001
Ba	≤0.001	P	≤0.001
Bi	≤0.0001	Pb	≤0.001
Ca	≤0.001	Sb	≤0.0001
Cd	≤0.0001	Si	≤0.010
Cr	≤0.001	Sn	≤0.001
Co	≤0.001	Th	≤0.0001
Fe	≤0.015	Ti	≤0.001
Ga	≤0.0001	U	≤0.0001
Ge	≤0.040	W	≤0.0001
K	≤0.008	V	≤0.0001
Li	≤0.001	Zn	≤0.001
Mg	≤0.001	Zr	≤0.0001
Общее содержание примесей			≤0.1
S、Cl	S		≤0.1
	Cl		≤2

(2) Потребность отечественных потребителей в показателях качества высокочистой меди

Таблица 5. Спрос на индикаторы меди высокой чистоты 5N на внутреннем рынке

элемент	Содержание (ppm)	элемент	Содержание (ppm)
Ag	≤2.500	Mn	≤0.500
Al	≤1.000	Mo	≤0.050
As	≤1.000	Na	≤0.100
Au	≤1.000	Nb	≤0.050
B	≤0.050	Ni	≤0.500
Ba	≤0.050	P	≤0.010
Bi	≤0.100	Pb	≤1.000
Ca	≤0.100	Sb	≤2.000
Cd	≤0.050	Si	≤0.500
Cr	≤0.300	Sn	≤0.500
Co	≤0.500	Th	≤0.001
Fe	≤0.500	Ti	≤0.500
Ga	≤0.050	U	≤0.001
Ge	≤0.050	W	≤0.050
K	≤0.100	V	≤0.001
Li	≤0.050	Zn	≤2.000
Mg	≤0.500	Zr	≤0.500
Общее содержание примесей			≤10
S、Cl		S	≤2
		Cl	≤20

Таблица 6. Спрос на индикаторы меди высокой чистоты 6N на внутреннем рынке

элемент	Содержание (ppm)	элемент	Содержание (ppm)
Ag	≤0.500	Mn	≤0.010
Al	≤0.050	Mo	≤0.020
As	≤0.020	Na	≤0.020
Au	≤0.200	Nb	≤0.010
B	≤0.010	Ni	≤0.100
Ba	≤0.010	P	≤0.020
Bi	≤0.010	Pb	≤0.050
Ca	≤0.010	Sb	≤0.020
Cd	≤0.050	Si	≤0.100
Cr	≤0.020	Sn	≤0.100

Co	≤0.010	Th	≤0.0005
Fe	≤0.200	Ti	≤0.050
Ga	≤0.010	U	≤0.0005
Ge	≤0.050	W	≤0.050
K	≤0.020	V	≤0.050
Li	≤0.010	Zn	≤0.100
Mg	≤0.050	Zr	≤0.100
Общее содержание примесей			≤1
S、Cl		S	≤1
		Cl	≤5

В настоящее время отечественные потребители не испытывают спроса на медь высокой чистоты 7N.

5.3 Подготовка проектов стандартов

Был проведен углубленный анализ отечественных и международных стандартов на высокочистую медь, требований к качеству продукции отечественных и зарубежных потребителей, а также текущего состояния качества продукции крупных отечественных производителей. Это полностью воплощает в себе концепцию «рыночного руководства, прежде всего, пользователь», соответствует природе, характеристикам и применению высокочистой медной продукции, широко учитывает мнения технических экспертов в области процесса, производства, испытаний, инспекций и других смежных областях, соответствует передовым отечественным и зарубежным стандартам на высокочистую медь и, в соответствии с требованиями к формату электронного текста национального стандарта «Руководство по стандартизации» GB/T 1.1-2009 и «Шаблона написания национального стандарта», в сентябре 2017 года был сформирован проект национального стандарта «Высокочистая медь», который был направлен соответствующим отраслевым компаниям для получения комментариев.

II. Принципы стандартизации и основные положения пересмотра.

Содержание и основа

1. Принципы подготовки

- (1) Обеспечить практичность, работоспособность, совместимость и дальновидность стандартов;
- (2) Это способствует продвижению технического прогресса и повышению качества продукции;
- (3) Полезно достоверно отразить текущий технический уровень высокочистой медной продукции моей страны;
- (4) Удовлетворять потребности пользователей, защищать интересы потребителей и содействовать внешней торговле.

2. Основание для пересмотра

- (1) В последние годы на рынке наблюдается спрос на медь высокой чистоты (7N), и этот спрос растёт из года в год. Однако в действующих стандартах нет стандарта на медь высокой чистоты (7N).
- (2) В последние годы требования рыночного стандарта к количеству примесных элементов в меди высокой чистоты 5N превысили нынешние 18 элементов, поэтому количество основных контрольных элементов было увеличено с 18 до 36.
- (3) В последние годы рынок предложил конкретные верхние предельные стандарты содержания конкретных примесных элементов в продуктах.
- (4) Не все заказчики учитывали содержание элемента S при расчёте общего содержания примесей. В последние годы рынок выдвинул конкретные стандартные требования к содержанию элемента Cl в продукции.
- (5) Первоначальный метод отбора проб и метод очистки проб не были достаточно научными и обоснованными.
- (6) Существующие результаты испытаний недостаточно точны и репрезентативны.
- (7) У клиентов разные требования к характеристикам продукции.
- (8) Рынок выдвинул более конкретные требования к внешнему качеству продукции.

3. Содержание пересмотра и метод определения

3.1 Корректировка химического состава

По сравнению с GB/T 26017-2010 «Высокочистая медь» основные изменения в техническом составе заключаются в следующем:

(1) Добавьте спецификации и марки меди высокой чистоты 7N и сформулируйте химическое содержание 36 основных контролируемых элементов для продукции марки 7N, а именно: Li, Be, B, Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Ge, As, Se, Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Ga, Te, Au, Hg, Pb, Bi, Th, U. Сумма примесей основных контролируемых элементов должна быть не более 0,00001%.

(2) Добавить спецификации и марки высокочистой меди 6N5 и сформулировать химическое содержание 36 основных контролируемых элементов для продукции марки 6N5, а именно: Li, Be, B, Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Ge, As, Se, Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Ga, Te, Au, Hg, Pb, Bi, Th, U. Сумма примесей основных контролируемых элементов должна быть не более 0,00005%.

(3) Установить конкретные верхние пределы для 36 примесных элементов в изделиях из высокочистой меди марок 7N, 6N5, 6N и 5N.

(4) Содержание элемента S не учитывается при расчете общего содержания примесей.

(5) Увеличить верхний предел содержания примесных элементов S и Cl.

Таблица 7 Примесный состав меди

высокой чистоты

Бренд		7N	6N5	6N	5N
Содержание меди (массовая доля)/%, не менее		99.99999	99.99995	99.9999	99.999
Содержание примесей/ 10 ⁻⁴ %, не	Ag	0.05	0.1	0.3	2
	Al	0.01	0.01	0.05	0.5
	As	0.01	0.02	0.05	0.2
	Au	0.005	0.01	0.02	0.1

более	B	0.01	0.01	0.01	0.05
	Be	0.001	0.001	0.001	0.01
	Bi	0.005	0.01	0.02	0.1
	Ca	0.01	0.01	0.02	0.2
	Cd	0.01	0.01	0.05	0.1
	Co	0.01	0.01	0.02	0.5
	Cr	0.01	0.01	0.02	0.3
	Fe	0.01	0.02	0.1	0.5
	Ga	0.005	0.01	0.01	0.05
	Ge	0.02	0.03	0.05	0.1
	Hg	0.01	0.01	0.02	0.1
	K	0.01	0.02	0.03	0.1
	Li	0.01	0.01	0.03	0.05
	Mg	0.01	0.01	0.05	0.5
	Mn	0.01	0.02	0.02	0.5
	Mo	0.01	0.01	0.01	0.02
	Na	0.01	0.015	0.02	0.2
	Nb	0.01	0.01	0.01	0.05
	Ni	0.01	0.02	0.05	0.5
	P	0.01	0.01	0.02	0.1
	Pb	0.01	0.02	0.03	0.1
	Sb	0.005	0.01	0.02	0.2
	Se	0.005	0.01	0.1	0.5
	Si	0.01	0.05	0.1	0.5
	Sn	0.01	0.01	0.02	0.2
	Te	0.02	0.02	0.05	0.5
	Th	0.0005	0.0005	0.001	0.01
	Ti	0.005	0.005	0.01	0.2
	U	0.001	0.001	0.001	0.01
	V	0.001	0.001	0.001	0.01
	Zn	0.01	0.02	0.05	0.1
	Zr	0.005	0.01	0.02	0.2
Общее содержание примесей		0,1	0,5	1	10
Примечание 1: Содержание меди в высокочистой меди составляет 100% за вычетом остатка от общего измеренного количества примесных элементов, перечисленных в таблице (исключая S и Cl). Примечание 2: Если у заказчика имеются особые требования к содержанию определенного примесного элемента, то это должно быть подтверждено путем переговоров между сторонами поставки и потребления.					

Таблица 8 Содержание примесей серы и хлора в высокочистой меди

Бренд		7N	6H5	6H	5H
Содержание меди/10 ⁻⁴ %, не менее		99.99999	99.99995	99.9999	99.999
Содержание примесей/10 ⁻⁴ %, не более	S	0.1	0,2	0,5	2
	Cl	1	2	0,5	5

3.2 Регулировка физических свойств

(1) Восстановите основные размеры изделия. Размеры изделия: Длина × Ширина: (10-500) × (10-500) мм; Толщина: 4±2 мм.

(2) Дальнейшее уточнение и уточнение требований к качеству внешнего вида продукции. Поверхность высокочистой меди должна иметь металлический блеск, быть чистой и аккуратной, без масляных пятен, налётов и пор. Размер выступов на поверхности высокочистой меди не должен превышать 3×3 мм, а высота над поверхностью – 3 мм. Цвет изделий из одной партии должен быть однородным.

3.3 Корректировка метода подготовки проб

Методика подготовки скорректированной пробы следующая: замочить вырезанный образец в растворе серной кислоты (чистота серной кислоты должна быть аналитической или выше) в соотношении V (серной кислоты): V (деионизированной воды) = 1:1 на 1-2 минуты, затем тщательно промыть деионизированной водой для удаления всех посторонних загрязнений и остатков кислоты на поверхности, высушить (во избежание окисления) и упаковать в вакуумный алюмопластиковый пакет для арбитражного анализа.

3.4. Корректировка базы определения результатов испытаний

Основой для определения скорректированных результатов испытаний продукции является: среднее значение химического состава двух образцов – результат арбитражного анализа .

3. Анализ стандартного уровня

Настоящий стандарт пересмотрен с учётом потребностей отечественных потребителей высокочистой меди. По сравнению с первоначальным стандартом показатели стандарта были улучшены, что позволило достичь передового уровня отечественного стандарта.

IV. Связь с действующими законами, правилами и обязательными национальными стандартами

Нет никаких противоречий действующим законам, правилам и обязательным стандартам.

5. Описание патентов или прав интеллектуальной собственности, задействованных в стандарте

Настоящий стандарт не подразумевает использование каких-либо патентов или прав интеллектуальной собственности.

VI. Процесс и основа разрешения серьезных разногласий

никто.

VII. Рекомендации по присвоению стандарту статуса обязательного или рекомендуемого национального стандарта

Настоящий стандарт не рекомендуется в качестве обязательного, а лишь в качестве рекомендуемого стандарта.

8. Требования и меры по внедрению национальных стандартов

никто.

IX. Предложение об отмене действующих соответствующих стандартов

никто.

10. Ожидаемые результаты

Пересмотр национального стандарта на продукцию из высокочистой

меди позволит ему лучше отвечать потребностям потребителей и обеспечит фундаментальную техническую базу для производителей, потребителей и продавцов. Этот стандарт будет стимулировать производителей к выпуску более качественной продукции и позволит потребителям рационально и эффективно использовать продукцию из высокочистой меди. Это будет способствовать развитию конкуренции, способствующей технологическому прогрессу, расширению ассортимента продукции и повышению ее эксплуатационных характеристик.

11. Другие вопросы, которые следует разъяснить

никто.