



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
B22F 9/04 (2025.08); B22F 1/052 (2025.08)

(21)(22) Заявка: 2025117108, 20.06.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
20.06.2025

Дата регистрации:  
22.12.2025

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 20.06.2025

(45) Опубликовано: 22.12.2025 Бюл. № 36

Адрес для переписки:  
105005, Москва, вн.тер.г. Муниципальный  
округ Басманный, ул. 2-я Бауманская, 5, стр.  
1, ФГАОУ ВО "МГТУ им. Н.Э.Баумана",  
Амелина Ксения Евгеньевна

(72) Автор(ы):  
Курганова Юлия Анатольевна (RU),  
Михлик Владислав Михайлович (RU),  
Говоров Михаил Дмитриевич (RU),  
Гончарова Юлия Александровна (RU)

(73) Патентообладатель(и):  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Московский государственный  
технический университет имени Н.Э.Баумана  
(национальный исследовательский  
университет)" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 67902 U1, 10.11.2007. SU 1447568  
A1, 30.12.1988. SU 1009606 A1, 07.04.1983. KR  
1020170074613 A, 30.06.2017. CN 208178423 U,  
04.12.2018. CN 201058294 Y, 14.05.2008.

(54) Технологическая оснастка для получения конгломерата из медного порошка и наноразмерного наполнителя

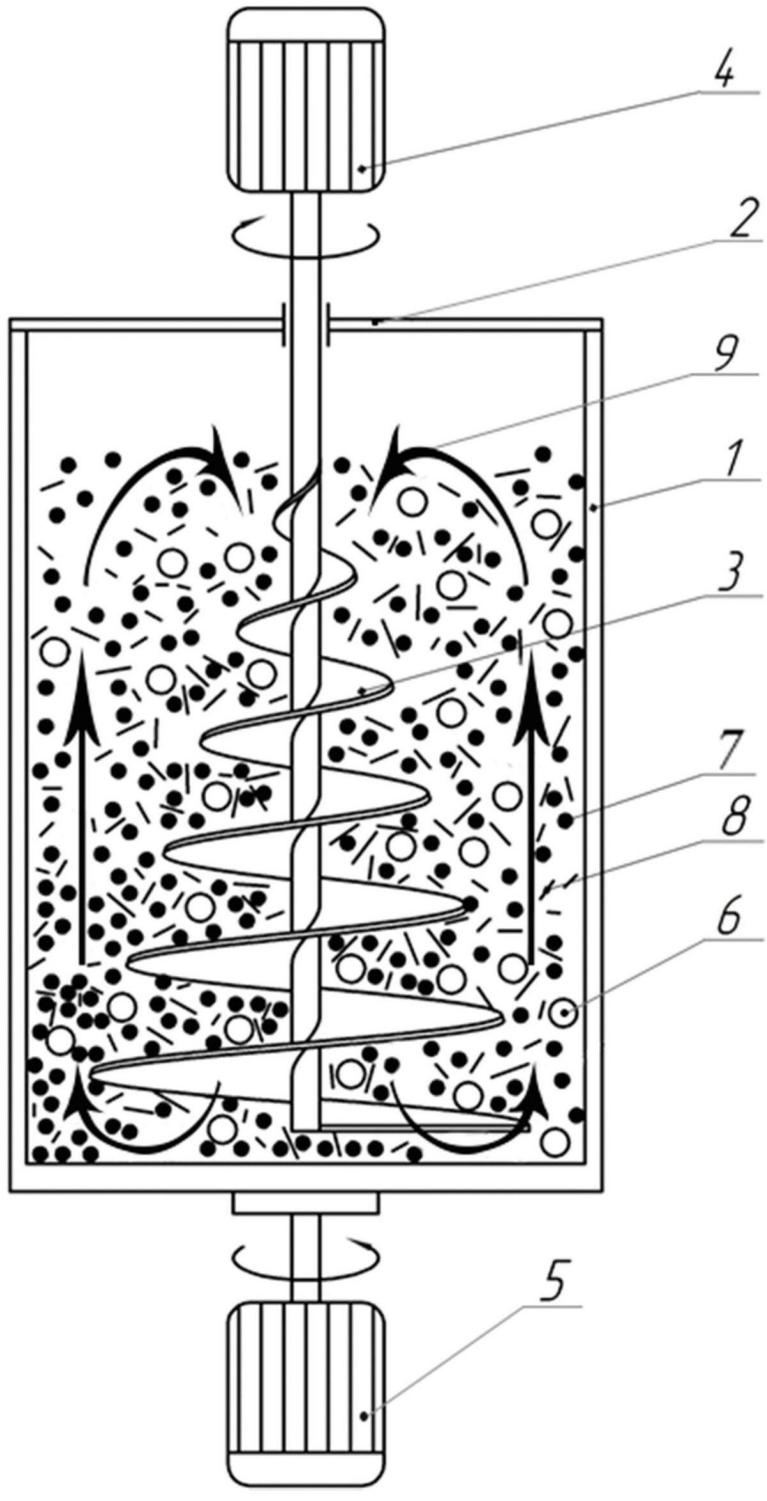
(57) Реферат:

Полезная модель относится к порошковой металлургии, в частности к устройству для получения конгломерата из медного порошка и наноразмерного наполнителя. Устройство состоит из цилиндрического стакана-емкости для конгломерата медного порошка с нанонаполнителем, с вертикальной осью вращения и верхней крышкой с центральным отверстием для вертикального вала импеллера. Импеллер установлен внутри стакана и соединен с верхним электродвигателем вертикальным валом. К днищу стакана прикреплен вал вращения нижнего электродвигателя с

обеспечением вращения стакана и импеллера в противоположных направлениях. В стакане размещены мелющие шары, импеллер выполнен из высоколегированной стали в виде спиральной конструкции с направленной под острым углом вниз конусной образующей. Обеспечивается повышение эффективности получения конгломерата медного порошка с частицами размером от 20 до 250 мкм гомогенной структуры с равномерным внедрением наноразмерного наполнителя в металлический медный порошок. 2 ил.

RU 240024 U1

RU 240024 U1



Фиг. 1

Область техники

Полезная модель относится к области получения конгломерата из медного порошка и наноразмерного наполнителя в виде наночастиц или нановолокон для последующих синтезированных металломатричных композиционных материалов.

5 Уровень техники

Разработка металломатричных композиционных материалов с наноразмерными наполнителями является одним из эффективных путей создания новых материалов с повышенными механическими и эксплуатационными свойствами. Из-за трудности прямого введения наноразмерных наполнителей в металл, при изготовлении металломатричных композиционных материалов предварительно предлагается вводить конгломераты. Такие конгломераты обычно формируют на основе медного порошка.

10 Получение конгломерата осуществляют на размольно-перемешивающих устройствах: атриторах, вибро-, шаровых или планетарных мельницах. В найденных патентах-аналогах размольно-перемешивающих устройств описаны устройства, по всей видимости не предназначенные для смешивания порошка с наночастицами, так как в текстах патентов отсутствуют термины с приставкой нано- (и даже микро-). Например, Известна шаровая мельница [Патент РФ 2553240 Опубликовано: 10.06.2015 Бюл. № 16], состоящая из устройства загрузки и выгрузки, мелющих шаров, вала с дисками и барабана. Диаметр дисков увеличивается от устройства загрузки к устройству выгрузки. Известна другая шаровая мельница [Патент РФ № 193347 U1 Опубликовано: 24.10.2019 Бюл. № 30], включающая барабан, который выполнен из двух частей переменного диаметра: первая меньшего диаметра – для предварительного измельчения, вторая диаметром в 1,4-1,5 больше диаметра первой части - для тонкого измельчения. Шаровая мельница-мешалка [Патент РФ № 2343979 С2 Опубликовано: 20.01.2009 Бюл. № 2] содержит рабочий резервуар, мешалку, привод для вращения мешалки вокруг его оси, трубопровод подачи измельчаемого материала.

Однако, все найденные шаровые мельницы в целом обладают невысоким качеством измельчения, невозможностью регулирования степени измельчения, и не предназначены для механического легирования порошков цветных сплавов частицами другого материала.

Известно устройство для механического легирования материалов на основе цветных сплавов частицами керамики [Патент РФ 67902 Опубликовано: 10.11.2007 Бюл. № 31], состоящее из стакана, крышки, импеллера, оси привода, электродвигателя и вибратора. Материал, представляющий собой смесь порошковых компонентов, загружают в стакан 1, в состав погружают импеллер 3, смонтированный на оси привода 4 с электродвигателем 5 в крышке 2, и осуществляют механическое перемешивание состава с длительностью, требуемой для легирования матричного компонента (цветной металл) армирующим (частицы керамики). Данное устройство может быть дополнено вибратором 6 для равномерности процесса легирования по всему объему. В результате получают композиционный материал на основе цветного сплава, армированный частицами керамики. Степень легирования регулируют путем изменения времени работы устройства.

Однако по всей видимости это устройство также не предназначено для легирования порошков цветных металлов наночастицами (термины с приставкой нано- или даже микро- ни разу не упомянуты в тексте патента, а использован только термин «армирующие керамические частицы», при этом неизвестного размера).

И только в изобретении патента RU 2644834 (Опубликовано: 14.02.2018 Бюл. № 5) указано, что механический синтез металлокерамической смеси с наночастицами

производят в планетарной мельнице. Порошковую смесь готовят путем смешивания порошка высокожаропрочного сплава на основе никеля в качестве матричного порошка и порошка армирующих наночастиц. Синтез смеси проводят в планетарной мельнице при частоте вращения 200-250 об/мин в течение 15-30 мин в среде аргона в размольных кюветах с применением размольных шаров (или мелющих шаров) из стали ШХ15 диаметром 5 мм. Соотношение массы обрабатываемой смеси и шаров составляет 1:8, а соотношение объема шаров к объему размольной кюветы составляет 1:5. Обеспечивается получение порошковой композиции типа ядро-оболочка с равномерным точечным распределением армирующих наночастиц по поверхности сферических гранул порошка высокожаропрочного сплава на основе никеля.

Однако другие более подробные сведения об устройстве планетарной мельницы в описании изобретения отсутствуют, так как патент выдан на способ получения металлокерамической порошковой композиции, а не на устройство планетарной мельницы. Но все же в этом способе явным образом присутствуют планетарная мельница, размольные шары (или мелющие шары) из стали ШХ15, порошок цветного металла (сплава никеля) и армирующие наночастицы.

#### Раскрытие полезной модели

Технический результат предлагаемой полезной модели направлен на повышение эффективности получения конгломерата медного порошка с частицами размером от 20 до 250 мкм гомогенной структуры с необходимой степенью интеграции (равномерного внедрения) наноразмерного наполнителя (наночастиц или нановолокон) в металлический медный порошок, чтобы далее использовать этот конгломерат для эффективного получения металломатричного композита.

Данный технический результат достигается за счет совмещенного воздействия на перемешиваемую смесь устройства с импеллером и мелющими шарами - это совместное воздействие усиливает эффект перемешивания и внедрения в получаемом конгломерате нанонаполнителя в медный порошок (то есть более тесной (адгезионной) связи частиц порошка и наполнителя друг с другом и снимки сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) это показывают).

Предлагаемая технологическая оснастка состоит из цилиндрического стакана-емкости для конгломерата медного порошка с нанонаполнителем, с вертикальной осью вращения и с верхней крышкой с центральным отверстием для вертикального вала импеллера, установленного внутри стакана и соединенного с валом вращения верхнего электродвигателя, к днищу стакана прикреплен вал вращения нижнего электродвигателя, с возможностью вращения стакана и импеллера в противоположных направлениях, в стакане также размещены мелющие шары, импеллер выполнен из высоколегированной стали со спиральной конструкцией с направленной под острым углом вниз конусной образующей.

Отличительной особенностью данной технологической оснастки является спиральная конусовидная конструкция импеллера, изготовляемого из высоколегированной стали для обеспечения его износостойкости при контакте со стальными мелющими шарами и абразивными частицами медного порошка и достаточную жесткость для перемещения всего перерабатываемого объема в стакане. Спиральная форма импеллера создаёт потоки, которые эффективно перемешивают порошок и внедряемый в него нанонаполнитель. Это помогает предотвратить образование агломератов и обеспечить равномерное распределение компонентов. Конусовидная форма способствует равномерному распределению нагрузки по всей рабочей зоне внутри стакана. Это позволяет избежать локальных перегрузок и обеспечивает более равномерное

смешивание и внедрение. Мелющие шары взаимодействуют с порошком и стенками рабочей камеры и дополнительно способствуют измельчению крупных агломератов порошка и наполнителя, обеспечивая более равномерное распределение частиц. Верхний двигатель обеспечивает скорость вращения от 150 до 300 об/мин, нижний - от 75 до 150 об/мин. Технологическая оснастка имеет простую конструкцию и обеспечивает получение конгломератов с нанонаполнителями на основе медного порошка в диапазоне размеров частиц от 20 до 250 мкм.

#### Перечень фигур

На фиг.1 изображена схема устройства.

На фиг.2 – четыре серии из 3 снимков СЭМ конгломератов и отдельных химических элементов медных порошков с разными нанонаполнителями (фиг.2а) - частицы Cu + SiC, фиг.2б) - частицы Cu + углеродные нановолокна, фиг.2в) - частицы Cu + нановолокна Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, фиг.2г) - частицы Cu + наночастицы WO<sub>3</sub>).

#### Осуществление полезной модели

На фиг.1 цифрами обозначены: 1 – цилиндрический стакан-емкость для конгломерата, 2 – крышка стакана, 3 - спиральный импеллер, 4 – верхний электродвигатель, 5 – нижний электродвигатель, 6 - мелющие шары, 7 – медный порошок, 8 - наноразмерный наполнитель, 9 – вектор движения перемешивания порошка и нанонаполнителя.

Направление и скорость вращения импеллера 3 управляется работой верхнего электродвигателя 4. Одновременно нижний электродвигатель 5 управляет вращением стакана 1 в противоположном направлении вращению импеллера 3. За счет разных направлений вращения усиливается турбулентность перемешивания и размалывания порошка 7 и наполнителя 8.

Движение по направлению вектора перемешивания 9 позволяет частицам порошка 7 и нанонаполнителя 8 взаимодействовать с мелющими шарами 6 как в верхней части стакана 1, так и в нижней, что благоприятно сказывается на равномерности получившегося конгломерата. За счет конусной конструкции спирального импеллера 3 в рабочем режиме формируется восходящий поток (вектор 9) частиц порошка 7 и наполнителя 8 вдоль стенок стакана 1 и нисходящий поток (вектор 9) в центральной зоне, который обеспечивает однородность распределения веществ, за счет дополнительного воздействия мелющих шаров 6 обеспечивается формирование конгломерата с внедрением частиц нанонаполнителя 8 в мягкий медный порошок 7.

Окончательным результатом и доказательством качества конгломерата, получаемого с помощью предлагаемой полезной модели технологической оснастки, является его успешное использование в синтезе композита, армированного частицами нанонаполнителя из полученного конгломерата (если бы конгломерат был неудовлетворительный, то внедрение наночастиц в композитную матрицу происходило бы плохо).

#### Пример конкретного выполнения устройства

Спиральный импеллер 3 выполнен из высоколегированной стали X18H10T и имеет спиральную конусовидную конструкцию, образующая которой расположена под углом 18° к оси вращения, а соотношение диаметров основания конуса к его вершине составляет 3:1, что формирует нужный вектор перемещения 9 для веществ, находящихся в стакане 1 и обеспечивает равномерную интеграцию частиц нанонаполнителя 8 в медный порошок 7.

Мелющие шары 6 из углеродистой стали диаметром 5...10 мм засыпают сверху в стакан 1 (заполнение до 30% от объема стакана). Исходные для конгломератов материалы: медный порошок 7 разных марок (ПМС-1, ПМР-1, ПМУ, ПМА) с исходным

размером частиц от 20 до 250 мкм и нанонаполнитель 8 разных основ (углеродные нановолокна толщиной от 50 до 150 нм и длиной от 5 до 20 мкм, графитовые наночастицы, наночастицы SiC, наночастицы Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, наночастицы WO<sub>3</sub>) также засыпают в стакан 1 (заполнение до 70% от объема стакана) (примерное соотношение объемов порошка 7 и нанонаполнителя 8 – равное). После закрытия крышки 2 с импеллером 3 включают электродвигатели со скоростями вращения верхнего от 150 до 300 об/мин, нижнего от 75 до 150 об/мин в противоположных направлениях для усиления эффекта турбулентного перемешивания готовящегося конгломерата. Время обработки: конгломерата 90...120 минут. Результатом работы является получение готового конгломерата с качественным внедрением нанонаполнителя 8 в медный порошок 7. За счет внедрения возможно уменьшение объема получаемого конгломерата до 10% от исходного объема смеси.

Внедрение нанонаполнителя 8 разной основы в медный порошок 7 подтверждается снимками, сделанными СЭМ марки Phenom pro X. На фиг.2 (а), б), в), г)) представлены снимки картирования частиц разных нанонаполнителей в медном порошке. СЭМ показывает визуально химический состав и взаимное расположение частиц разных химических элементов в конкретной точке материала.

На всех сериях снимков конгломератов с помощью СЭМ видно успешное внедрение (соединение/ объединение) частиц разных нанонаполнителей в частицы медного порошка.

На фиг.2а) представлена серия из 3 снимков конгломерата частиц Cu + SiC. На левом снимке представлен общий вид частиц конгломерата, на среднем - наличие меди в светлых участках конгломерата, на правом - наличие кремния в чуть более темных участках, общий темный фон – углеродная подложка на предметном столике в СЭМ.

На фиг.2б) представлена серия из 3 снимков конгломерата частиц Cu + углеродные нановолокна. На левом снимке представлен общий вид частиц конгломерата, на среднем - наличие меди в светлых участках конгломерата, на правом - наличие углерода в более светлых участках.

На фиг.2в) представлена серия из 3 снимков конгломерата частиц Cu + нановолокна Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. На левом снимке представлен общий вид частиц конгломерата, на среднем - наличие меди в светлых участках конгломерата, на правом - наличие алюминия в более светлых участках.

На фиг.2г) представлена серия из 3 снимков конгломерата частиц Cu + наночастицы WO<sub>3</sub>. На левом снимке представлен общий вид частиц конгломерата, на среднем - наличие меди в светлых участках конгломерата, на правом - наличие вольфрама в более светлых участках.

Окончательным результатом и доказательством качества получаемого конгломерата является его успешное использование в синтезе композита, армированного частицами нанонаполнителя из полученного конгломерата.

Таким образом, заявляемая полезная модель позволяет получить конгломерат на основе медного порошка размером частиц от 20 до 250 мкм с различными наноразмерными наполнителями и обеспечить получение высокой доли (до 80%) пригодного для синтеза композиционных материалов конгломерата.

#### (57) Формула полезной модели

Устройство для получения конгломерата из медного порошка и наноразмерного наполнителя, содержащее цилиндрический стакан с вертикальной осью вращения и верхней крышкой с центральным отверстием для размещения вертикального вала

импеллера, импеллер, установленный внутри стакана и соединенный вертикальным валом с верхним электродвигателем, отличающееся тем, что оно дополнительно содержит нижний электродвигатель, вал вращения которого прикреплен к днищу цилиндрического стакана с возможностью обеспечения вращения стакана и импеллера в противоположных направлениях, при этом в упомянутом стакане размещены мелющие шары, а импеллер выполнен из высоколегированной стали в виде спиральной конусовидной конструкции, образующая которой расположена под острым углом к оси вращения.

10

15

20

25

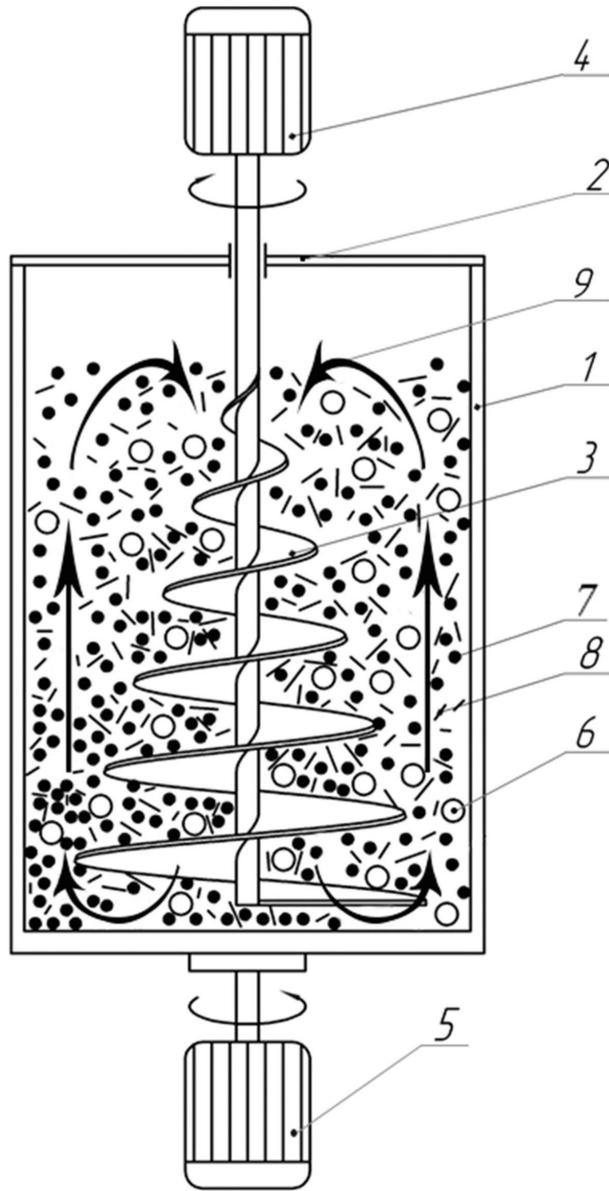
30

35

40

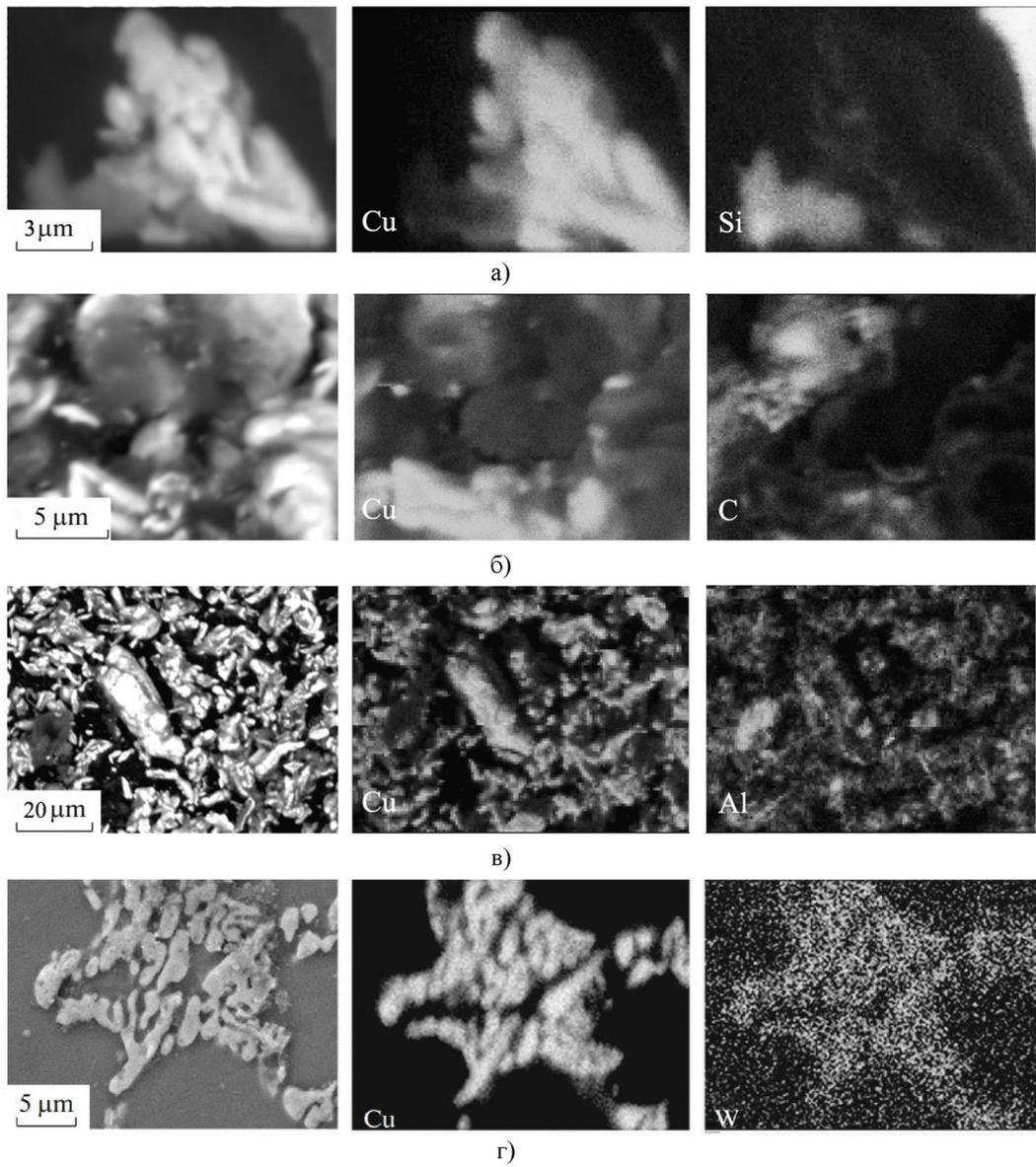
45

1



Фиг. 1

2



Фиг.2