

границы зерен (С, В, Zr, Hf), и дополнительным легированием рением с небольшими добавками иттрия и редкоземельных элементов.

Литература

1. Жаропрочные сплавы – история. [Электронный ресурс] Химия. Режим доступа: http://98.131.164.122/u/jaroprochnyye_splavyi_-_istoriya
2. Стали и сплавы. Марочник. Справ.изд./ В. Г. Сорокин и др. Науч. С77. В. Г. Сорокин, М. А.Гервасьев - М.: "Интернет Инжиниринг", 2001 - 608с, илл. ISBN 5-89594-056-0
3. Новые материалы в металлургии [Электронный ресурс] Украинская ассоциация сталеплавильщиков. Режим доступа : <http://uas.su/books/newmaterial/55/razdel55.php>.
4. Balyts'kyi O.I., **Kolesnikov V.O** Investigation of wear products of high nitrogen manganese steels // *Materials Science (Springer)*.– 2009, vol. 45, N 4.- P.576-581.
5. В.А. Колесников Новые наноструктурированные высокоазотистые марганцевые стали // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Електронне наукове фахове видання, 2009. – № 5. Режим доступа: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/vsunud/2009-5E/09kvavms.htm>.
6. Kolesnikov V.O. Investigation of the wear products of high-nitrogen steel after hydrogenation // Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa XA/2010. *Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture* – OLPAN, 2010, 10A,271 -275 p. <http://www.pan-ol.lublin.pl/wydawnictwa/TMot10a/Kolesnikov.pdf>.
7. Колесников В.А. Новые наноструктурированные высокоазотистые марганцевые стали // Мир Техники и Технологий, 2010. - № 6 -7. – С. 31 – 33.
8. Колесников В.А., Балицкий А.И. Новые наноструктурированные сплавы – очередной шаг к экологической безопасности планеты // Збірник наук. Праць СНУ ім. В. Даля, № 1 (2). Прикладна екологія. - Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010.– С. 137 - 142.
9. Valerii Kolesnikov, Aleksandr Balitskii, Jacek Elias Tribological properties of high nitrogen steels after hydrogenation // Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa Volume XC/2010. *Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture* – OLPAN, 2010, 116 - 121 p.

*Шевырѐва М. Е., студентка. Науч. рук. доц., к.т.н. Колесников В.А.
Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко*

АМОΡФНЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

В статье представлены сведения о методах получения, структуре и свойствах аморфных металлических материалов. Рассмотрено использование аморфных металлических материалов в качестве барьеров против диффузии, сердечников магнитных головок, различного рода преобразователей и датчиков.

Ключевые слова: аморфные металлические стѐкла, ионно-плазменное распыление, диффузный барьер, инжекционное сопло.

Состояние проблемы. Исследования в области прикладного материаловедения оказывают непосредственное влияние на развитие цивилизации [1]. Аморфные материалы не лишены недостатков. Это их невысокая термическая устойчивость, недостаточная стабильность во времени, что снижает их надежность, малые размеры получаемых лент, проволоки, гранул и их полная несвариваемость. Следовательно, аморфные металлы не пригодны для крупногабаритных конструкций, невозможно их использовать в качестве высокотемпературных материалов. Поэтому применение аморфных металлов, вероятно, будет ограничено только малогабаритными изделиями.

Цель статьи. Сделать краткий обзор исследований и разработок, связанных с многообразными практическими применениями аморфных металлических материалов.

Материалы и результаты исследований. В последние годы XX столетия внимание физиков и материаловедов привлечено к таким конденсированным средам, для которых характерно неупорядоченное расположение атомов в пространстве. Всеобщий интерес к неупорядоченному состоянию английский физик Дж. Займан выразил следующим образом [2]: "Неупорядоченные фазы конденсированных сред - сталь и стекло, земля и вода, пусть и без остальных стихий, огня и воздуха, - встречаются несравненно чаще и в практическом отношении никак не менее важны, чем идеализированные монокристаллы, которыми не столь давно только и занималась физика твердого тела".

Среди твердых конденсированных сред особого внимания заслуживают так называемые металлические стекла - аморфные металлические сплавы с неупорядоченным расположением атомов в пространстве. До недавнего времени понятие "металл" связывалось с понятием "кристалл", атомы которого расположены в пространстве строго упорядочено. Однако в начале 60-х годов в научном мире распространилось сообщение о том, что получены металлические сплавы, не имеющие кристаллической структуры. Металлы и сплавы с беспорядочным расположением атомов стали называть аморфными металлическими стеклами, отдавая должное той аналогии, которая существует между неупорядоченной структурой металлического сплава и неорганическим стеклом.

Открытие аморфных металлов внесло большой вклад в науку о металлах, существенно изменив наши представления о них. Оказалось, что аморфные металлы разительно отличаются по своим свойствам от металлических кристаллов, для которых характерно упорядоченное расположение атомов.

Закалка из жидкого состояния. Хорошо известно, что атомы расплавленного металла не имеют фиксированного положения в пространстве. Поэтому давно возникла идея "заморозить" (путем очень быстрого охлаждения) беспорядочное расположение атомов, характерное для жидкости. Долгое время структуру жидкого металла не удавалось воспроизвести в твердом состоянии. Проблема заключалась в том, что в процессе охлаждения атомы успевали перестроиться, образуя кристалл (или много кристалликов). Тридцать пять лет тому назад ученые выяснили, что при охлаждении металлического расплава процесс кристаллизации можно предотвратить, если охлаждать его со скоростью 106-108 К/с. При этом кристаллизации не происходит, так как за столь короткое время атомы не успевают переместиться на расстояние, которое позволило бы им сформировать кристаллическую решетку.

В начале 60-х годов было показано, что можно получить аморфную структуру сплава, охлаждая жидкий расплав на холодной металлической подложке. Используют два метода: в первом жидкий металл наносят на внешнюю цилиндрическую поверхность вращающегося диска (колеса), во втором расплав извлекается вращающимся диском. На рис. 1 представлены схемы устройств, реализующих указанные методы.

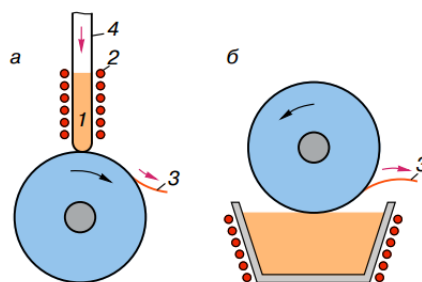


Рис. 1 Схемы устройств для получения аморфных сплавов закалкой из жидкого состояния

Обод металлического диска или цилиндра изготавливается из материала, обладающего хорошей теплопроводностью (медь, бронза, латунь). Струя расплавленного металла вытекает под небольшим давлением (0,2 атм) через инжекционное сопло, которое сделано из плавящего кварца или окиси алюминия. Струя попадает на поверхность быстро вращающегося колеса и затвердевает в виде непрерывной ленты шириной от 1 до 20 мм и толщиной 20-40 мкм. Во втором методе заостренный обод диска захватывает расплав, который затем затвердевает и самопроизвольно отделяется в виде коротких проволоочек. Частота вращения диска или цилиндра должна быть такой, чтобы обеспечить линейную скорость обода не менее 50 м/с.

Ионно-плазменное распыление. Другой способ получения металлических стекол - высокоскоростное ионно-плазменное распыление металлов и сплавов [3]. Наибольшее распространение получило устройство, основанное на четырехэлектродной схеме распыления (рис. 2).

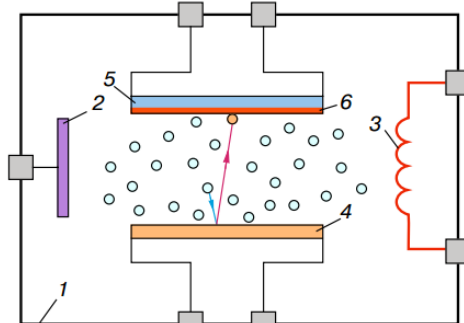


Рис. 2 Схема установки для четырёхэлектродного распыления

Система находится в вакуумной камере, содержащей газ аргон под давлением 0,5 Па. Нагревая электрическим током вольфрамовую спираль 3, "добывают" электроны, которые перемещаются в сторону анода 2 под действием потенциала, создаваемого источником высокого напряжения (порядка 3 кВ). По пути электроны сталкиваются с атомами аргона и ионизируют их. Ионы аргона образуют плазму. После того как установился непрерывный процесс создания ионов, то есть "зажглась" плазма, к мишени 4 прикладывается отрицательный потенциал, чтобы вытянуть положительно заряженные ионы инертного газа из плазмы и направить их на мишень. Ионы аргона, имея достаточно большую энергию, сталкиваются с поверхностными атомами мишени и выбивают их. Этот процесс называется распылением. Распыляемые атомы покидают мишень

и осаждаются на подложку 5. Процесс ведут так чтобы атомы, покидающие мишень, имели небольшую кинетическую энергию. Попадая на подложку, они не отскакивают, как упругие мячики, а сразу же прилипают к ее поверхности, то есть замораживаются. Этот процесс осаждения атомов на холодной подложке эквивалентен охлаждению с очень высокой скоростью. Скорость охлаждения достигает значений 1010 К/с. Аморфные металлические сплавы получают в виде напыленного слоя 6 толщиной от 1 до 1000 мкм.

Структура аморфных сплавов. В настоящее время нет прямых экспериментальных методов, которые могли бы дать однозначный ответ о структуре аморфных сплавов. Тем не менее с помощью рентгеновской, нейтронной, электронной дифракции было показано, что в АМС имеется более или менее четко определяемый на расстоянии двух-трех соседних атомов так называемый ближний порядок [4]. Чтобы разобраться в сущности этого понятия, воспользуемся модельными представлениями, которые служат для иллюстрации пространственного расположения атомов в кристаллических решетках. Структура кристалла образуется в результате многократного повторения в трех направлениях единичной элементарной ячейки.

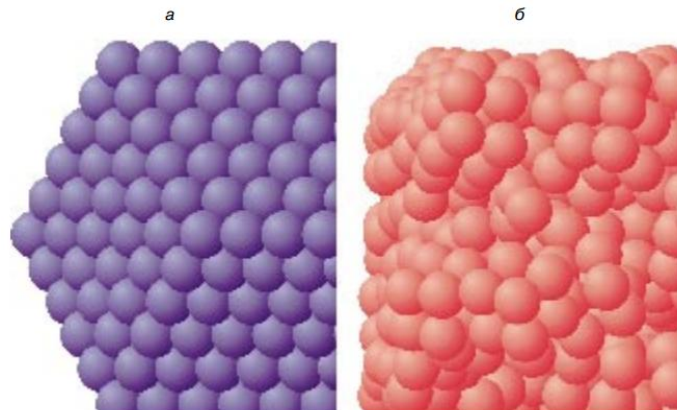


Рис. 3. Компьютерные модели структуры дальнего (а) и ближнего (б) порядка

На рис. 3, а представлена модель структуры кристалла, элементарной ячейкой которой служит группа из восьми атомов, расположенных в вершинах куба. Перемещая элементарную ячейку вдоль трех взаимно перпендикулярных направлений, можно построить весь объемный кристалл. Расположение атомов в виде бесконечных рядов, уходящих вдаль, называют дальним порядком.

Считается, что в аморфном металлическом сплаве элементарная ячейка, характерная для кристаллического состояния, также сохраняется. Однако при стыковке элементарных ячеек в пространстве порядок их нарушается, и стройность рядов атомов, характерная для дальнего порядка, отсутствует. Модель, представленную на рис. 3, б. Видны элементарные ячейки, состоящие из восьми атомов, характерные для ближнего порядка. При этом дальний порядок, очевидно, отсутствует.

Ближний порядок, лежащий в основе структуры аморфных сплавов, является метастабильной системой. При нагреве до температуры кристаллизации T_x он перестраивается в обычную кристаллическую структуру. В среднем для большинства аморфных сплавов T_x находится в пределах 650-

1000 К. При комнатной температуре аморфные сплавы могут сохранять структуру и свойства в течение 10⁴-10⁵ лет.

Особенности структуры АМС сказались и на многих физических свойствах. Несмотря на то что плотность аморфных сплавов на 1-2% ниже плотности кристаллических аналогов, прочность их выше в 5-10 раз. Более высокая прочность связана с тем, что в АМС отсутствуют такие дефекты, как дислокации и границы зерен, свойственные кристаллическому состоянию. Даже вакансии (пустые места, образуемые при удалении атомов из узлов кристаллической решетки) в аморфных сплавах имеют другую форму и размеры. Они больше похожи на пустоты чечевицеобразной формы. Их называют вакансионноподобными дефектами. Эти пустоты имеют вид узких щелей, и в них не может разместиться атом. Наличие таких дефектов сильно затрудняет диффузию (проникновение атомов) через аморфные металлические слои.

Практическое использование аморфных сплавов. Использование аморфных сплавов в качестве диффузионных барьеров. Стремление к миниатюризации электронных устройств привело к тому, что линейные размеры токоведущих дорожек, контактных площадок и других элементов современных интегральных схем не превышают 0,5-1 мкм. При субмикронных размерах рабочих элементов создаются условия для взаимного проникновения атомов - диффузии на границе раздела металл-полупроводник. Этот процесс со временем приводит к замыканию токоведущих дорожек и выходу прибора из строя. Чтобы предотвратить диффузию, необходимо создать тонкий барьерный слой между полупроводником и металлом.

Около десяти лет тому назад было показано, что наилучшими барьерными свойствами обладают аморфные металлические сплавы [5]. Диффузия через аморфные слои сильно затруднена вследствие нерегулярности атомной структуры. Особенно хорошими барьерными свойствами обладают аморфные сплавы тугоплавких металлов, например Re-Ta, Re-Nb.

Использование аморфных сплавов для изготовления магнитных головок и датчиков. В результате исследований, направленных на увеличение информационной плотности, уже получены материалы, плотность записи на которых достигает 10⁸ бит/см². При этом размер области, хранящей один бит, не превышает 1 мкм². Такие носители делают из магнито жестких материалов, обладающих большим коэрцитивным полем. При этом магнитная головка, используемая для записи информации, должна быть из материала, имеющего высокое значение намагниченности насыщения M_s .

Всем этим требованиям удовлетворяют аморфные ферромагнитные сплавы. Используя напыление, можно изготовить головку, обладающую высокой намагниченностью насыщения $M_s = 1,2-1,5$ Тл, любых мыслимых размеров, способную перемагничивать микроскопические области носителя (около 0,1 мкм). Аморфные головки относительно дешевы, обладают высокой износостойкостью (время работы порядка 10 000 часов), характеризуются высокими значениями начальной магнитной проницаемости на частотах 5-15 МГц.

Аморфные слои, полученные с помощью ионно-плазменного напыления, можно использовать для создания высокочувствительных датчиков, сенсорных устройств и малогабаритных трансформаторов. Новые сенсорные устройства можно использовать в технологических процессах производства автомобилей, промышленных роботов, в промышленных измерителях различного рода свойств (датчики размеров, скручивающих моментов, силы удара, скорости газовых потоков, объема вытекающей жидкости и т.д.). Сенсорные устройства, изготовленные на основе аморфных сплавов, могут работать в самых сложных условиях благодаря высоким характеристикам упругости, изотропности, электромагнитных и других свойств.

Вывод. Металлические сплавы с ближним порядком расположения атомов и по сей день являются очень интересными объектами физики конденсированных сред. В последние годы получены важные результаты при изучении механических, электрических и магнитных свойств аморфных металлических материалов. Однако полное завершение исследований по аморфным структурам еще впереди. Требуется своего однозначного решения вопрос о структуре ближнего порядка в соответствии с реальной действительностью. А ведь на очереди аморфные структуры, в которых отсутствует даже ближний порядок.

Литература

1. Аптекарь М.Д., Колесников В.А., Балицкий А.И. Технология металлов и материаловедение. Часть 1.: Учебн. пособ. – К.: Краснодар. ВГУ им. В. Даля, 2012. – 151 с. Номер электронного сертификата 2845.
2. Займан Дж. Модели беспорядка. М.: Мир, 1982. 592 с.
3. Золотухин И.В., Бармин Ю.В. Стабильность и процессы релаксации в металлических стеклах. М.: Металлургия, 1991. 158 с.
4. Золотухин И.В. Физические свойства аморфных металлических материалов. М.: Металлургия, 1986. 176 с.
5. Золотухин И.В., Калинин Ю.Е. // Успехи физ. наук. 1990. Т. 160, № 9. С. 75.

*Шевырёва М. Е., студентка. Научн. рук. доц., к.т.н. Колесников В.А.
Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко*

БИОМАТЕРИАЛЫ

В статье рассмотрены высокие достижения в медицине и инженерных науках, которые сделали возможным применение искусственных материалов (биоматериалов) в наших телах.

Ключевые слова: биоматериалы, биосовместимость, виталлиум, биокерамика.

Состояние проблемы. Биоматериалы можно условно разделить на две группы: трансплантаты и имплантаты. Первая группа — это органы и ткани, пересаженные от самого пациента или его близких родственников (например, почка, участок кости, кожа). В таком случае проблемы совместимости материала или не возникает, или, наоборот, орган отторгается, зато при удачном исходе он полностью обеспечивает необходимое функционирование. Однако невозможность предсказания итогов пересадки, а также более чем

<i>Шевырѐв Д.Н., Колесников В.А.</i> ЖАРОПРОЧНОСТЬ СПЛАВОВ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СТАЛЕЙ.....	137
<i>Шевырѐва М. Е., Колесников В.А.</i> АМОΡФНЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.....	141
<i>Шевырѐва М. Е., Колесников В.А.</i> БИОМАТЕРИАЛЫ.....	146
<i>Шевырѐв Д. Н., Колесников В.А.</i> ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ДРЕВЕСИНЫ КАК МАТЕРИАЛА.....	150

СЕКЦІЯ ІV

Гуманітарні та соціальні проблеми промислових регіонів

<i>Бабыкина А. Т., Коваленко Е.М., Носорева Н.Г.</i> СЕКСУАЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА КАК ОБЪЕКТ НОРМИРОВАНИЯ В РЕЛИГИОЗНОМ ДИСКУРСЕ.....	154
<i>Булгакова С.Н.</i> ПРОБЛЕМЫ МОНОГОРОДОВ В РОССИИ.....	158
<i>Войтенко А.С., Ивченко М.В.</i> ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОДА РЕКЛАМНЫХ СЛОГАНОВ.....	161
<i>Гетманов И.П., Петренко О.Б., Петренко Е.А.</i> ПРАВСТВЕННЫЕ ОСНОВЫ ПРАВОСОЗНАНИЯ.....	163
<i>Гетманов И.П., Петренко Е.А.</i> СОЦИАЛЬНОЕ НАУЧЕНИЕ НАСИЛИЮ.....	166
<i>И.П.Гетманов, С.Н. Косьяненко.</i> САМОБЫТНОСТЬ РУССКОЙ КУЛЬТУРЫ	173
<i>Гетманов И.П., Петренко Е.А.</i> ПРИЧИНЫ АГРЕССИИ В СОЦИАЛЬНОМ МИРЕ.....	181
<i>Голосова Н.В.</i> ПОНЯТИЕ «АНЕКДОТ» В НЕМЕЦКОЙ ЛИНГВОКУЛЬТУРЕ.....	192
<i>Головченко Д.К., Крайняя А.В.</i> ФОНОСЕМАНТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТРОЕВЫХ МАРШЕЙ.....	195
<i>Гринина О., Добрин Б.</i> ПРОФИЛАКТИКА ОСТЕОПОРОЗА – ВАЖНЕЙШАЯ СОЦИАЛЬНАЯ ЗАДАЧА.....	198
<i>Грицихина А. Я., Носорева Н.Г.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ЛИНГВОСТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РОССИЙСКИХ И БРИТАНСКИХ НОВОСТНЫХ СТАТЕЙ (НА ПРИМЕРЕ МАТЕРИАЛОВ ИНФОРМАЦИОННОГО АГЕНТСТВА ВВС).....	203
<i>Давыдова М.М., Быкова А.С., Коваленко Е.М.</i> РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БУКВЕННОЙ ДЛИНЫ СЛОВА В ТЕКСТАХ РУССКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	207
<i>Зайцева Д.Д., Голосова Н.В.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБРАЗА «ЖЕНЩИНЫ» В СМИ.....	209
<i>Захарова С.П., Крайняя А.В.</i> ФОНОСЕМАНТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОЛЫБЕЛЬНЫХ ПЕСЕН.....	212
<i>Е.В.Капелюшная, О.Д.Макарова.</i> АКТИВНЫЕ И ИНТЕРАКТИВНЫЕ ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ	217
<i>Казими́рова А.В., Коваленко Е.М.</i> СОВРЕМЕННЫЙ РУССКИЙ ЯЗЫК В КОНТЕКСТЕ ИСТОРИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ А.С. ПУШКИНА.....	222
<i>Кардашян К.В., Крайняя А.В.</i> КОРПУС ТЕКСТОВ УКРАИНСКОГО ЯЗЫКА.....	225
<i>Коваленко Е.М.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВААЛ В СОВРЕМЕННОМ ЛИНГВИСТИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ.....	228
<i>А.В.Колпакова.</i> К ВОПРОСУ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ПОСТРОЕНИЯ ПРАВОВОГО ГОСУДАРСТВА.....	232
<i>А.Н.Коршунов.</i> НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ РУССКОЙ ФИЛОСОФИИ	236
<i>Крайняя А.В.</i> СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ КАК СРЕДСТВО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....	239
<i>Куликова М.С., Голосова Н.В.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБРАЗА «ВОЙНЫ» В СМИ.....	242

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

VII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО - ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

"ЕКОНОМІЧНІ, ЕКОЛОГІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВУГІЛЬНИХ РЕГІОНІВ ЄВРОПИ ТА СНД"

26 травня 2014 р.



м. Краснодон

Матеріали
VII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ
"ЕКОНОМІЧНІ, ЕКОЛОГІЧНІ
ТА СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ВУГІЛЬНИХ РЕГІОНІВ ЄВРОПИ ТА СНД"

Редакційна колегія:	доц. Стьопіна О.Г. доц. Колесніков В.О.
Технічний редактор:	ас. Козлов І.О.
Відповідальні за випуск:	доц. Стьопіна О.Г. доц. Колесніков В.О.

Тексти статей друкуються в авторській редакції

Шевырèва М. Е., Колесников В.А. Аморфные металлические материалы // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів Європи та СНД" 26 травня, м. Краснодон. 2014 р. 142 - 147 с.

Аморфні металеві матеріали.

Amorphous Metallic Materials

https://www.researchgate.net/publication/334598485_Sevyreva_M_E_Kolesnikov_VA_Amorfnye_metalliceskie_materialy_Materiali_VII_Miznarodnoi_naukovo-prakticnoi_konferencii_Ekonomichni_ekologichni_ta_socialni_problemi_vugilnih_re_gioniv_Evropi_ta_SND_26_travn