

Департамент молодежной политики и спорта Кемеровской области
Кузбасский технопарк
Совет молодых ученых Кузбасса
Кемеровский научный центр СО РАН
Сибирский государственный индустриальный университет



Инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации»

Материалы
Инновационного конвента



Кемерово - Новокузнецк, 2014

Департамент молодежной политики и спорта Кемеровской области
Кузбасский технопарк
Совет молодых ученых Кузбасса
Кемеровский научный центр СО РАН
Сибирский государственный индустриальный университет



Инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации»

Материалы
Инновационного конвента



Кемерово - Новокузнецк, 2014

ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431
УДК 001.89:378
И 66

Редакционная коллегия:

Остапцева А.В. – председатель СМУ Кузбасса, к.б.н., с.н.с.;
Двуреченская А.С. – председатель СМУ КемГУКИ, к.культурологии, зав.каф.;
Кашталап В.В. – председатель СМУ НИИ КПССЗ, к.м.н., зав. лаб.;
Чечин В.В. – председатель СМУ КемГУ, асс.каф.;
Стародубов А.Н. – председатель СМУ ИУ СО РАН, к.т.н., с.н.с.;
Гречин С.С. – председатель СМУ ИУХМ СО РАН, к.ф.-м.н., ученый секретарь;
Дмитриева Е.В. – председатель СМУ КемТИПП, к.т.н., с.н.с.;
Марочкин А.Г. – председатель СМУ ИЭЧ СО РАН, к.и.н., н.с.;
Котов Р.М. – председатель СМУ КемГСХИ, к.э.н., доцент;
Пьянзова Т.В. – председатель СМУ КемГМА, к.м.н., зав.каф.;
Ушаков А.Г. – председатель СМУ КузГТУ, к.т.н., доцент;
Формулевич Я.В. – председатель СМУ РЭУ им. Плеханова, к.э.н., доцент;
Храмцов Р.А. – к.т.н., доцент КузГТУ;
Гиниятуллина О.Л. – председатель СМУ КФ ИВТ СО РАН, к.т.н., н.с.;
Ширяева Л.С. – председатель СМУ СибГИУ, к.т.н., ст.препод.каф.;
Просвиркина Е. В. (ответственный редактор) – к.х.н., н.с. ИУХМ СО РАН.

Организационная поддержка:

Чурсина Н. А. – руководитель центра кластерного развития ОАО “Кузбасский технопарк”;

Куратор деятельности СМУ Кузбасса:

Пятовский А.А. – начальник департамента молодежной политики и спорта Кемеровской области.

И 66 Инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации» : материалы Инновационного конвента / Сиб. гос. индустр. ун-т. – Кемерово ; Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2014. – 405 с.

ISBN 978-5-7806-0424-2

В сборнике представлены труды студентов, аспирантов, молодых ученых по результатам инновационных исследований.

Работы посвящены инновационным аспектам в области строительства, медицины, энергетики, пищевой промышленности, экологии, образования, культуры, биотехнологии и др.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов, студентов вузов.

ISBN 978-5-7806-0424-2

ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431

© Авторы научных статей, 2014

© Сибирский государственный индустриальный университет, 2014

Оглавление

1. Горное дело. Строительство. Машины и оборудование.	11
Баганина А.Е. Математическое моделирование затухания волны сжатия в одиночных и разнесенных взрыволокализирующих заслонах.....	12
Варфоломеев Е.Л., Борисов И.Л. Инновационная технология разработки мощного угольного пласта.....	15
Григорьев А.А. О стенде для исследования технико-экономических показателей узкозахватного очистного комбайна	19
Князьков К.В. Способ восстановления и упрочнения элементов горнодобывающего оборудования.....	22
Леонтьева Е.В. Оценка возможностей методов компьютерного моделирования геомеханического процесса во вмещающем массиве.....	24
Малышкин Д.А. Об актуальности применения ультразвукового контроля в шахтах с пологим залеганием пластов.....	28
Непина Е.С. Определение термодинамических показателей газодинамической активности распада углеметановых геоматериалов физико-химическими методами.....	30
Непомнищев И.Л. Использование ГИС-моделей в прогнозировании потенциально выбросоопасных зон на угольных пластах.....	33
Никитенко М.С. Тензометрия как инструмент оценки ресурса горнодобывающего оборудования.....	36
Рябцев А.А. Региональный прогноз газодинамической активности угольных пластов.....	38
Салтымаков Е.А. Применение электрической разведки для мониторинга массива и оценки качества охраняемых гидросооружений на ликвидированных шахтах Кузбасса.....	43
Соколов С.В. Опыт применения сейсмической разведки с поверхности для уточнения параметров залегания угольных пластов	47
2. Экология.....	49
Забродина М.В., Даминова Р.Д. Разработка пироуглерода и технология его получения из отходов предприятий нефтеперерабатывающей и коксохимической промышленности.....	50
Злобина Е.С. Технология переработки техногенных отходов угольной отрасли на местах их образования.....	52
Канунников Е.В. Проблемы утилизации бытовых отходов в Прокопьевском городском округе ..	54
Квашева Е.А., Ушакова Е.С. Применение высокодисперсных коллоидов ферромагнетиков для повышения эффективности действия сорбентов.....	57
Козлова И.В., Пестерникова Ю.А. Разработка энергоэффективной биогазовой линии.....	59
Пестерникова Ю.А., Козлова И.В., Ушаков А.Г. Разработка топливных гранул «Энерго+» для газогенераторных бытовых и промышленных котлов.....	61
Шиканова К.А. Технология получения нового вида композитного топлива из резиновых отходов.....	63
Баглаева М.С., Карташов Р.О., Ушакова Е.С. Применение ресурсосберегающих методов в технологии получения магнитной жидкости.....	66
3. Пищевая промышленность.	68

Абдрахманова Р.Н. Обоснование изучения влияния окисления липидов и пигментов на цветовые характеристики мясных полуфабрикатов из свинины	69
Асенова Б.К., Нурымхан Г.Н., Смольникова Ф.Х., Жаксыгулова Д.Д. Комплексная переработка зародышей зерна пшеницы	71
Бажина К.А., Зинина О.В. Разработка белково-жировой эмульсии для мясного хлеба	72
Бастрон Е.В., Зубарева Е.Н. Определения критериев категорийной идентификации товарной группы «Портвейны»	74
Байкадамова А.М., Асенова Б.К., Абишев Б.Ш., Тулеубекова Г.К. Исследование и разработка технологии мясных консервов на растительной основе для функционального питания	78
Бепеева А.Е., Какимова Ж.Х., Есимбеков Ж.С. Применение природных цеолитов в пищевой промышленности	80
Бисагымова Г.М., Асенова Б.К., Касымов С.К., Утегенова А.О. Современные тенденции развития технологии производства кисломолочных продуктов с использованием нутрицевтиков	82
Галикаева О.О. Использование местного сырья при производстве специализированных продуктов с направленными функциональными свойствами	84
Геворкян Л.А. Использование продуктов переработки овса при производстве хлебобулочных изделий	85
Гладкова У.Н., Ермолаева Е.О. Определение критических контрольных точек при разработке системы ХАССП	88
Грошева В.Н. Применение пищевых волокон в технологии кислородных смузи	91
Галимова А.М., Смольникова Ф.Х., Абишев Б.Ш., Тулеубекова Г.К. Состояние здоровья населения Республики Казахстан и развитие функционального питания	94
Курочкина Т.И., Рябова В.Ф. Состояние и проблемы развития рынка мясных полуфабрикатов в России и г. Магнитогорске	98
Чуева А.О., Кудинова В.М., Стабровская О.И., Вандакурова Н.И. Использование нетрадиционных видов муки злаковых культур при производстве кексов	100
Ефименко Е.В. Совершенствование технологии сбраживания сула для производства российского виски	102
Федорова В.И., Ермолаева Е.О. Идентификация опасностей на стадиях производства варено-копченой колбасы деликатесной при разработке системы ХАССП на ЗАО «Кузбасский пищекомбинат»	103
Иванова Г.Д. Сравнительная экспертиза макаронных изделий промышленного производства ...	108
Кабулов Б.Б. Влияние режимов тонкого измельчения на структурно-механические характеристики мясокостного сырья	110
Карстен А.Е. Анализ организации в столовых промышленных предприятий	113
Казаков И.О., Гиренко Д.А. Ультразвуковая обработка один из способов повышения стойкости безалкогольных напитков	114
Касымов С.К., Нурымхан Г.Н., Нургазезова А.Н., Смольникова Ф.Х., Игенбаев А.К. Разработка мясных продуктов с использованием нетрадиционного сырья	117
Керимова Р.И.Г., Зубарева Е.Н. Исследование качества игристых вин, реализуемых на потребительском рынке Кемеровской области	120

Киселев Д.И., Бородулин Д.М., Ратников С.А., Котов С.С. Изучение конструкционных и технологических параметров работы центробежно-шнекового смесителя для получения сухих комбинированных продуктов питания.....	122
Киселев К.В., Цветков Е.В. Структура торгового ассортимента пива, реализуемого на потребительском рынке Кемерово, по типу и вместимости упаковки	125
Косых Ю.П., Пазий Д.М. Повышение выхода морковного сока с использованием биокаталитических способов воздействия на мезгу	127
Котлярова М.В., Бардокина Н.В. Особенности применения ИФ-лучей в технологии вакуумного подсушивания сырья при производстве молочно-белковых паст.....	129
Кожемяко А.В., Вечтомова Е.А., Рудницкий С.О., Султрекова Д.В., Пазий Д.М. Разработка технологии сброженных овощных соков	132
Кулуштаева Б.М., Асенова Б.К., Нурымхан Г.Н., Касымов С.К., Игенбаев А.К. Разработка хлебобулочного изделия батона с лечебно-профилактическим эффектом для геродиетического питания	133
Курбатов А.В., Воздвиженская К.С. Современные подходы в управлении персоналом на предприятии общественного питания	135
Курочкина М.О., Федоренко К.А. Научное обоснование разработки рецептуры специализированного блюда на основе творога	138
Курочкина М.О., Федоренко К.А. К вопросу о моделировании процесса экстрагирования плодово-ягодного сырья	140
Малова Е.Н. Исследование показателей качества обогащенного творога.....	142
Мамонтов А.С. Исследование факторов, влияющих на показатели окислительной порчи жиров и масел	144
Миленький И.О., Миленький А.В., Бородулин Д.М. Разработка технологии производства пивного безалкогольного напитка	146
Мотырева О.Г., Куракин М.С. Научное обоснование разработки специализированных блюд для школьного питания.....	147
Мотырева О.Г., Дзюбанюк А.С. Разработка и анализ классификации пищевого сырья по индексам пищевой плотности	151
Муранов А.В. Оценка устойчивости масла кедрового ореха к окислению	154
Николаенко Е.В. Разработка функциональных напитков на основе молочной сыворотки, обогащенной топинамбуром	156
Омарова Ж.Б., Бепеева А.Е. Пробиотики: история и определение	157
Остапчук Ю.А., Ожерельева А.В. Влияние различных способов приготовления на органолептические показатели продукции общественного питания	159
Ожерельева А.В., Остапчук Ю.А. Изучение свойств готовой продукции общественного питания в зависимости от способов технологической обработки.....	160
Персецкая К.М., Рябова В.Ф. Особенности химического состава и пищевой ценности хлебобулочных изделий функционального назначения.....	164
Розалёнок Т.А. Исследование и разработка инновационной пищевой упаковки, обладающей антимикробными свойствами.....	166
Санников П.В. Влияние пищевых добавок на стабильность комбинированных фаршей с льняной мукой	169

Сергеева И.Ю., Малахов В.Ю., Кузьмина О.В., Шафрай А.В. Применение плодово-ягодных морсов для приготовления слабоалкогольных напитков	171
Сергеева И.Ю., Шафрай А.В., Федосеева А.Е. Использование нетрадиционных материалов для осветления кваса брожения	173
Шепеленко Э.А., Сокол Н.В. Сдобное печенье функционального назначения, обогащенное порошком ламинарии.....	175
Шичкина Е.С., Болотов В.М., Хрипушин В.В. Оптимальные параметры экстрагирования смеси растительного сырья при получении натуральных красителей.....	176
Смольникова Ф.Х., Асенова Б.К., Касымов С.К., Нурымхан Г.Н., Нургазезова А.Н. Технология производства курта со специями.....	179
Тарлюн М.А., Мамонтов А.С., Терещук Л.В. Модифицированные жиры в технологии производства заменителей молочного жира.....	181
Титоренко Е.Ю. Изучение структуры ассортимента функциональных продуктов питания	183
Титова М.А., Тимофеева Н.А. Исследование влияния поваренной соли на вкусоароматические характеристики перечной пасты	185
Трихина В.В., Вековцев А.А., Яковлева О.П., Клишина М.Н. Оценка эффективности специализированных продуктов в оздоровлении часто болеющих детей.....	187
Трихина В.В. Инновационные технологии в общественном питании	189
Цуркан О.А. Разработка способа активации Амилоsubтиллина Г10Х с использованием цеолита	190
Тубольцева А.С. Цитрусовые волокна «Herbacel AQ Plus, тип N» - функциональный компонент в производстве мучных кондитерских изделий	191
Ушакова А.С., Микова Д.С. Безалкогольные напитки на основе сухофруктов – здоровая альтернатива сокодержащим напиткам.....	193
4. Сельское хозяйство	195
Аланкина Д.Н., Яковченко М.А., Косолапова А.А., Яковченко А.С., Русакова О.В. Разработка технологии рекультивации нарушенных земель Кемеровской области с использованием модифицированных флокулянтов.....	196
Алексеева А.И. Витаминный и минеральный состав мышечной ткани перепелов в возрастном аспекте	197
Ворошилин Р.А., Позднякова О.Г. Влияние способов ведения биометаногенеза на свойства биоудобрений.....	199
Дядичкина Т.В. Биохимический состав крови молодняка лошадей при парентеральном введении препарата Седимин.....	200
Константинова О.Б. Урожайность и качество зерна озимого тритикале в условиях лесостепной зоны Кемеровской области.....	202
Немзоров А.М., Ларина Н.А., Прокопьев В.Г. Влияние биологических консервантов на качество силоса из растительного сырья разной влажности.....	205
Плиско Л.Г. Технологические качества зерна яровой мягкой пшеницы	206
Рассолов С.Н., Казакова М.А., Кузнецов А.Ю., Климова А.В. Использование иммунонутриентов в животноводстве	208
Садовикова Н.А. Безотходные технологии переработки зерновых культур	209
Соломыкина Ю.В., Позднякова О.Г. Анализ факторов, влияющих на процесс метанового брожения при получении биоудобрений	211

Хомидов К.С., Курбанова М.Г. Аспекты использования белковых гидролизатов в качестве добавки к комбикормам для сельскохозяйственной птицы	213
5. Экономика и инновационное предпринимательство	217
Григорьев А.А., Пудов Е.Ю. Экономическая эффективность перспективной конструкции шнекового рабочего органа очистного комбайна	218
Губарева А.В. Применение аналитических методов управленческого анализа в торговле на примере ООО «ТД Колибри»	220
Димакова Н.Н. Инновации в сельском хозяйстве как важный инструмент развития и конкурентоспособности российского АПК	224
Дубовицкая Е.И., Скогорева Н.Э. Проблемы открытия частных детских садов на территории Прокопьевского городского округа	226
Коробова Д.А., Сивиргина С.А. Проблемы социально-экономического развития моногородов	228
Паутова А.Ю. Управление дебиторской задолженностью на примере ООО «Кузбессэнерго» ...	231
Пашоян Г.А. Создание компании, упрощающей систему по осуществлению предпринимательской деятельности	236
Потемкина К.П. О реализации федеральной целевой программы «Жилище»	238
Шебукова А.С. Современные тенденции социально-экономического развития Кемеровской области	241
6. Энергетика	243
Блаженкова М.И. Однофазное повторное включение линии ПС Магистральная – ПС Сомкино 500 кВ	244
Воробьева Д.Ю., Глушкова А.И. Энергосбережение в сфере ЖКХ	249
Капицкий А.М. Классификация критических элементов в электросетевом комплексе 35-110 кВ и принципы упрощенного анализа энергорайонов	252
Копытина К.Д. Выбор клеммных модулей для надежной и безопасной работы сети предприятия	255
Медведев М.С., Наумкин Р.Б. Анализ нормативов потребления электроэнергии для нежилых помещений	257
Медведев М.С., Наумкин Р.Б. Сравнительный анализ фактического электропотребления и нормативов потребления коммунальных услуг	260
Моисеева В.Д. Уменьшение электрических потерь в системах электроснабжения бытовых потребителей	262
Наумкин Р.Б. Примеры расчета цен на розничном рынке электроэнергии и мощности	265
Наумкин Р.Б., Медведев М.С. Оценка эффективности решений по модернизации систем учета электроэнергии у потребителей с точки зрения снижения потерь электроэнергии	270
Недосекина К.А. Качество и надежность снабжения электрической энергией потребителей Кемеровской области, пути улучшения показателей	271
Никитин П.И. Анализ итогов КОМ-2015	272
7. Медицина и биотехнологии	275
Аргунова Ю.А., Трубникова О.А., Мамонтова А.С., Сырова И.Д., Малева О.В., Барбараш О.Л. Ранние физические тренировки как метод коррекции послеоперационной когнитивной дисфункции у пациентов, перенесших коронарное шунтирование	276

Веретельникова И.Ю. Экспериментальное обоснование применения антибиотик-содержащих композитных материалов синтетического и аллогенного происхождения для хирургического лечения хронического неспецифического остеомиелита позвоночника	277
Грибанов Н.И., Казанин К.С., Басов А.В., Шпаковский М.С., Калашников В.В., Калашников В.В. Применение имплантов с кальций-фосфатным покрытием в лечении переломов шейки бедренной кости	279
Дудченко И.К., Федорова Ю.С., Кульпин П.В. Исследование химического состава летучих компонентов корневищ с корнями <i>Archangelica Officinalis Hoffm.</i> хроматографическими методами.....	281
Жигарь А.О., Федорова Ю.С., Кульпин П.В. Современные перспективы создания и исследования лекарственных растительных средств на основе <i>Archangelica officinalis L.</i>	284
Иноземцева А.А., Кашталап В.В., Усольцева Е.Н., Гордеева Л.А., Барбараш О.Л. Роль генетических полиморфизмов липидных нарушений в оценке тяжести инфаркта миокарда.....	288
Караваев В.Е., Варникова О.Р., Лихова И.Н. Контроль качества медицинской помощи и прогресс здравоохранения.....	290
Кондюкова Н.В., Хрячкова О.Н., Рутковская Н.В., Кузьмина О.К., Груздева О.В. Оценка состояния кальций-фосфорного гомеостаза у реципиентов биопротезов клапанов сердца	291
Кривошапова К.Е. Эффективность и безопасность пролонгированной аспириротерапии у пациентов с открытыми плановыми вмешательствами на коронарных артериях	295
Ладик Е.А., Гурьянова Н.О. Персонафицированная оценка фактического питания как инструмент коррекции пищевого поведения населения Кузбасса.....	297
Липова Ю.С., Липова Л.П. Усовершенствованное лечение вертикальной резцовой дизокклюзии	299
Чичкова Т.Ю., Кочергина А.М., Кашталап В.В., Чичкова Т.Ю., Барбараш О.Л. Способ профилактики кровотечений у пожилых пациентов с острым инфарктом миокарда	301
Кузьмина О.К., Рутковская Н.В., Кондюкова Н.В. Клинические предикторы кальцификации ксеноаортальных биопротезов клапанов сердца	302
Федорова Н.В., Кашталап В.В., Хрячкова О.Н., Барбараш О.Л. Галектин-3 в оценке клинической тяжести пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST	305
8. Физико-математические науки, математическое моделирование и информационные технологии	306
Арнаутов Р.С. Энтропия и использование энтропийных мер риска при управлении инвестиционным портфелем	307
Гиниятуллина О.Л. Интеллектуальный анализ данных дистанционного зондирования на основе энтропийного подхода	308
Гончаров А.Л. Оценка техногенного воздействия транспортных систем на окружающую среду в результате разработки месторождений полезных ископаемых	310
Дятлов А.П. Способы идентификации состояний уникальных объектов по электроэнцефалограммам энтропийным методом	311
Корниенко И.Л. Нейросетевые технологии для определения состава угольного концентрата.....	313
Костылев М.А., Харлампенков И.Е. Использование Hadoop MapReduce при обработке изображений дистанционного зондирования земли	316
Кривохвостова А.С., Харлампенков И.Е. Разработка элемента геолого-экономического геопортала ИВТ СО РАН по Кемеровской области	317

Миков Л.С., Потапов В.П., Гиниятуллина О.Л. Разработка системы мониторинга земной поверхности на основе радарных данных.....	319
Ощепков А.Ю., Харлампенков И.Е. Использование технологии Hadoop для организации высокопроизводительных вычислений.....	320
Празян Т.Л. Параметры производительности детонации и факторы чувствительности ряда взрывчатых веществ.....	323
Прокопенко Е.В. Применение компьютерной математики для решения задач моделирования..	327
Прокопенко Е.С. Создание интегрированных ГИС для решения горнотехнологических задач...	328
Раевская Е.А. Использование аппарата теории нечетких множеств для оценки коммерческого потенциала инновационных проектов.....	330
Резвин А.О., Харлампенков И.Е. Разработка приложения для моделирования распространения шума на местности в результате массового взрыва с учетом атмосферных условий и рельефа.....	333
Харлампенков И.Е. Разработка программных средств удаленной обработки пространственных данных.....	335
Чергинцев О.А. Об автоматизации расчета тепловых потерь теплоснабжающих организаций.....	338
9. Прикладная химия, химические технологии и углехимия. Металлургия.....	343
Алсараева К.В., Коновалов С.В., Бондаренко К.Ю. Влияние электронно-пучковой обработки на усталостные характеристики эвтектического силумина.....	344
Алсараева К.В., Морозов К.В. Формирование структуры, фазового состава и дефектной субструктуры в дифференцированно закаленных рельсах.....	346
Аникин А.Е. Производство, свойства и применение буроугольного полуккокса Березовского месторождения Канско-Ачинского буроугольного бассейна.....	348
Вальнюкова А.С. Получение и особенности фазовых состояний наноструктурированной системы Ni-Cd.....	352
Воропай А.Н., Манина Т.С., Самаров А.В., Колмыков Р.П., Пугачев В.М., Додонов В.Г. Исследование морфологии наноструктурированных композитов Ni(OH) ₂ /C.....	353
Гарбузова А.К. Карбид титана – перспективный материал для металлургии и машиностроения	356
Казимиров С.А., Багрянцев В.И., Бровченко С.А., Рыбушкин А.А. Разработка конструкции импульсной вихревой топки, использующей в качестве топлива низкосортные угли и отходы углеобогащения.....	360
Калиногорский А.Н. Формирование магниезиальных шлаков для повышения стойкости футеровки кислородных конвертеров.....	363
Кубылинская А.А., Иванова Н.В. Электрохимический синтез наноразмерных тонкопленочных структур на основе меди и металлов подгруппы железа.....	366
Павелко Н.В., Сименюк Г.Ю. Наноструктурированные композиты на основе золота и мезопористых углеродных материалов.....	367
Слажнева К.С., Дзюба А.Ю., Уманский А.А., Темлянец Н.В. Кинетика окисления рессорно-пружинной стали марки 60С2ХА при нагреве под обработку давлением.....	368
Федорова Н.М., Додонов В.Г., Пугачев В.М., Захаров Ю.А. Получение композитных материалов на основе пористого углеродного носителя и гидроксида никеля.....	370
Филиппова М.В., Федоров А.А., Бахаев А.В. Компьютерное моделирование операций штамповки.....	375

Ходосов И.Е. Получение чистого железа путем внедоменной переработки железных руд и углей Кузбасса.....	378
Числавлев В.В., Фейлер С.В. Исследование гидродинамических процессов при непрерывной разливке рельсовой стали	381
10. Гуманитарные науки	385
Буряченко А.А. Проблемы и перспективы молодежной политики на территории Прокопьевского городского округа.....	386
Инякина Е.Н. Произведения иноязычных писателей о Сибири как средство привлечения иностранных туристов (на материале повестей Рут Эпперсон «Comrade one clutch», Сэнди Кролика «Veronika. The Siberian' Tale» и поэмы Энди Крофта «Tomskaya Pisanitsa Park, Kemerovo»)	389
Кайгородов В.А. Структурные аспекты художественного рынка Сибири.....	391
Калинин С.С. Герой мифологический и герой эпический: сходства и различия в способе изображения (на материале древнегерманского фольклора)	393
Лещёнок В.Д. Совершенствование организации органами местного самоуправления решения вопросов по предоставлению ритуальных услуг и содержанию мест захоронения на территории муниципального образования	396
Лукина И.В., Тоненчук Н.А. Применение проектных технологий в современных практиках декоративно-прикладного искусства.....	399
Чурокаева В.И. Национальная самоидентификация как стратегия современной языковой политики Ирландии.....	401

УДК 546.241

Карбид титана – перспективный материал для металлургии и машиностроения

Гарбузова Алина Константиновна

Ширяева Людмила Сергеевна

Сибирский государственный индустриальный университет

Ширяева Людмила Сергеевна, к.т.н.

kafcmet@sibsiu.ru

Карбид титана TiC – износо- и коррозионностойкий, твердый, химически инертный материал, востребован в различных областях для изготовления твердых сплавов, металлокерамического инструмента, жаропрочных изделий, защитных покрытий металлов. Новые перспективы применения карбида титана открываются при использовании его в наносоостоянии: модифицирование сплавов различного состава и назначения.

Целью работы является анализ состояния технологий производства и применения карбида титана, определение основных направлений их развития.

Научный и прикладной интерес к карбиду титана вызван его востребованностью на мировом рынке новых материалов. В связи с этим изучена научно-техническая литература и осуществлен патентный поиск, охватывающие основные физико-химические свойства карбида титана, технологии его производства и применения. Полученные сведения о свойствах TiC представлены в таблице [1].

Сведения о ведущих отечественных и зарубежных производителях TiC позволяют представить следующую классификацию известных способов его получения и основных областей применения (рисунок 1).

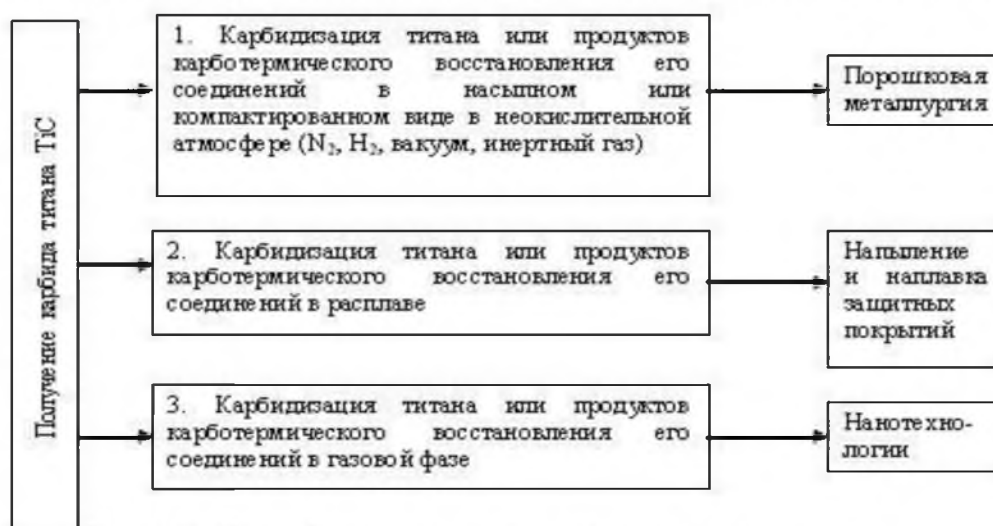


Рисунок 1 - Классификация способов получения карбида титана

Способы получения карбида титана карботермическим восстановлением его соединений в насыпном или компактированном виде в неокислительной атмосфере (N₂, H₂, вакуум, инертный газ) изучались в ниже приведенных работах.

В работе [1] описан способ получения карбида титана из диоксида титана, протекающий в несколько стадий в соответствии с существованием ряда оксидов титана: TiO₂ → Ti₂O₃ → TiO → TiC. Последняя стадия процесса осложняется образованием непрерывного ряда твердых растворов TiO – TiC. Производство карбида титана в вакууме из TiO₂ малопроизводительно вследствие сильного газовыделения в процессе восстановления диоксида титана.

В работе А.Г. Макаренко и др. (Самораспространяющийся высокотемпературный синтез карбида и нитрида титана из гранулированной шихты// Заготовительные производства в машиностроении. 2007, №3. С.42-48) предложен способ получения карбида титана по технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза с фильтрацией газов (СВС – ФГ). Для СВС смешиваются порошкообразные реагенты Ti (~100 мкм) и углерод (сажа), из полученной смеси прессуется таблетка пористостью не менее 30%. Горение инициируется вольфрамовой проволокой при пропускании через нее электрического тока. Исходные

реагенты, промежуточные и конечные продукты реакции находятся в конденсированном состоянии. СВС – процесс характеризуется высокой температурой (1773 – 4273К), большой скоростью распространения фронта горения (0,5 – 15 см/с). Большие скорости горения обеспечивают высокую производительность процесса, но использование дорогостоящего титанового порошка и аппаратурное оформление делает процесс затратным.

Способ получения карбида титана путем взаимодействия титановых порошков с сажистым углеродом, описан в патенте 2175988 РФ. Исходную смесь предварительно выдерживают в вакууме при температуре 473 – 673 К в течение 60-120 минут. После этого ее непрерывно подают в реакционную зону аппарата при температуре 1158 – 1273 К. Благодаря такому решению отпадает необходимость в сложной аппаратуре и исключается выделение реакционных газов, что позволяет увеличить производительность в 2-3 раза и снизить стоимость получаемого карбида на 25-30%.

В патенте 2149076 РФ описан способ получения порошков карбида титана, включающий получение сначала частиц оксидного соединения титана с адсорбированным на их поверхности аморфным углеродом и последующее карботермическое восстановление. Для этого в водный раствор сернокислотного титана добавляют ацетиленовую сажу при соотношении $Ti^{+4} : C_{сажа}$ не менее чем 1:0,5, затем при непрерывном активном помешивании добавляют со скоростью $1,6 \cdot 10^{-8} - 3,3 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{с}$ водный раствор аммиака, отстаивают образовавшуюся пульпу в течение 10-20 минут, декантируют раствор, фильтруют осадок, промывают водой и сушат при температуре 473-493 К. Способ позволяет получить порошки карбида титана с контролируемым содержанием углерода.

В патенте 2066700 РФ описан способ получения карбида титана, включающий непрерывную подачу шихты из титанового порошка и сажистого углерода в герметичный реактор нагретый до температуры 1273 – 1323 К. При этом соотношение объема порции загружаемой шихты и объема реактора составляет 1: (250-500). Способ позволяет увеличить производительность в 3-4 раза, повысить выход годного материала.

СВС-способ получения карбида титана, описанный в авторском свидетельстве 1570225, включает локальное воспламенение, и высокотемпературное взаимодействие в режиме горения смеси порошков титана и углерода, окруженной оболочкой из пористого материала. С целью повышения выхода карбида титана и улучшения его абразивных свойств, в качестве пористого материала используют кварцевый песок, а локальному воспламенению подвергают иницирующую шихту из порошков титана и углерода, имеющую скорость горения в 1,5-2 раза превышающую скорость горения основной смеси порошков, которую помещают в центр исходной основной смеси. Процесс взаимодействия в режиме горения осуществляют под давлением груза.

Описанные способы обеспечивают получение карбида титана в виде порошка с размером частиц порядка 40 – 60 мкм. Технологические процессы, входящие в первую группу, реализуются в настоящее время такими производителями карбида титана, как ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», ИХТТ УрО РАН.

Карбид титана, полученный карботермическим восстановлением его соединений в насыпном или компактированном виде в неокислительной атмосфере (N_2 , H_2 , вакуум, инертный газ), в основном применяется в порошковой металлургии. ПАО «Запорожабразив» применяет карбид титана в технологии производства твердых сплавов для обработки стали [2]. К настоящему времени на производственном уровне освоены и успешно используются алломатричные композиционные сплавы (АКС), содержащие в качестве армирующей фазы карбид титана TiC. Эффективно применяются АКС для изготовления деталей, работающих в условиях интенсивного износа и повышенных температур, позволяют снизить массу изделий, повысить ресурс работы и мощности машин и агрегатов, создать принципиально новые узлы, детали и конструкции. На ООО «Томскнефтехим» производят износостойкий композиционный материал, который изготавливается методами порошковой металлургии из шихты на основе карбида титана. Область использования – армирование кромок ножей грануляторов нефтехимического оборудования, дисковых пил деревообрабатывающего оборудования, изготовление вставок в трубные ключи буровых установок, активных частей гвоздильных автоматов и др. [4]. В США фирмой «Ferro-TiC» в промышленных масштабах выпускается большая номенклатура карбидосталей торговой марки «Ferrotic» на основе инструментальных, конструкционных, нержавеющей сталей, с содержанием карбида титана до 33 % масс., которая в отожженном состоянии обладает способностью поглощать вибрации. В Германии фирмой «Deutsche Edeltahlwerke GmbH» для аналогичных целей выпускаются карбидостали с карбидом титана, а также с карбонитридом титана в количестве 30 – 34 % масс. торговой марки «Ferrotitanit». Карбонитриды титана в настоящее время как обладающие рядом преимуществ перед карбидом титана используются в качестве основы сплавов для изготовления режущего инструмента, а также для изготовления быстроизнашивающихся деталей, в буровых инструментах и др. Порошки карбида титана используются для приготовления абразивных паст, а также применяются при получении дисперсноупрочненных сплавов, твердосплавного инструмента и изделий [3].

Вторая группа способов получения карбида титана TiC путем карботермического восстановления его соединений в расплаве изучалась в следующих работах.

В работе [1] описан способ получения «псевдоплавленного» карбида титана. Осуществляется нагревание смеси порошка титана с сажой по двуступенчатому режиму: постепенный подъем до температуры 1173 К со скоростью 308 – 313 К/мин, с последующим перемещением образцов в зону с температурой 2323 К, которую они проходят за 25 минут. Расплавленный титан смачивает и пропитывает пористые агломераты сажистого углерода, который активно диффундирует в металле. В процессе синтеза и рекристаллизации карбида титана образуются монолитные зерна карбида размером до 1000 мкм.

Способ получения карбида титана, предложенный С.В.Александровским, описанный в заявке на изобретение 94035156/02, осуществляется путем магнетермического восстановления смеси тетрахлоридов титана и углерода металлическим магнием, предварительно насыщенным 1-2 % водорода с последующей вакуумной сепарацией. Процесс осуществляют в атмосфере водорода, либо смесь хлоридов титана и углерода предварительно насыщают водородом. При осуществлении данного процесса производительность возрастает в 2-2,5 раза, выход годного продукта увеличивается с 75 до 85%. Данная технология внедрена компанией ОАО «АВИСМА титано-магниевого комбината».

Карбид титана, полученный путем карботермического восстановления его соединений в расплаве, используется главным образом для напыления и наплавки защитных покрытий. Наплавка защитных покрытий позволяет многократно увеличить жизненный цикл детали и изделия в целом. В настоящее время на ЗАО «Новые инструментальные решения» производят монолитный твердосплавный металлорежущий инструмент с наноструктурированным покрытием [4].

Способы получения карбида титана TiC, входящие в третью группу, рассмотрены в ниже представленных работах.

В работе Ю.И. Краснокутского (Получение тугоплавких соединений в плазме. Киев: Вища шк. Головное изд-во, 1987. 200 с.) предложен способ получения карбида титана, путем взаимодействия хлорида титана $TiCl_4$ с метаном, в качестве плазмообразующего газа используется аргон. Сырье подают в поток плазмы, барботируя через жидкий $TiCl_4$ смесь метана и водорода, мощность плазменной струи 2,4 кВт, температура по центру струи 15600К, а по периметру – 7600 К. Применяв глубокую очистку газов от следов влаги и кислорода, удается получить достаточно чистый продукт. На чистоту продукта влияют соотношение водород/метан и мощность плазменной струи. Карбид титана имеет кубическую структуру и получается в виде порошка с размером частиц 10-150 нм, содержащим % масс.: 0,92 свободного углерода; 0,98 кислорода и 19,57 связанного углерода.

В работе И.В. Блинкова (Разработка процессов модифицирования и получения дисперсных материалов в импульсной плазме: автореф. дис. на соиск. учен. степ. доктора технических наук. – М., 2002. 47 с.) описан способ поверхностного модифицирования порошка карбида титана, основанный на воздействии импульсной плазмы. В результате такого высокоинтенсивного энергетического воздействия наблюдается морфологическое изменение поверхности порошка TiC: оплавление поверхности и сфероидизация карбидных частиц, сглаживание поверхности частиц графита и появление лунок травления на поверхности углеродных волокон. В процессе обработки изменяется с 1200 до 800 м²/кг удельная поверхность порошка карбида титана и увеличивается с 1850 до 2200 кг/м³ его насыпная плотность.

В работе В.П. Сабурова и др. (Плазмохимический синтез ультрадисперсных порошков и их применение для модифицирования металлов и сплавов. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1995. 344с.) описана технология плазменного синтеза карбида титана, реализуемая на лабораторном уровне. Технология предусматривает использование в качестве плазмообразующего газа азота технической чистоты, титансодержащего сырья TiO_2 , восстановителя и карбидизатора - технической пропан-бутановой смеси. Плазменный модуль создан на основе трехструйного прямоочного реактора, комплекса вспомогательного оборудования и схематично представлен на рисунке 2.

Для генерации плазменного потока используются три электродуговых плазмотрона ЭДП-104А, установленные в камере смешения. Технология и оборудование разработаны в 80-х годах XX столетия в рамках КНТП государственного назначения «Сибирь» под руководством академика РАН Жукова М.Ф., внедрены и освоены в условиях экспериментально-опытного производства СО РАН. Реализация предлагаемой технологии обеспечивает получение карбида титана состава, близкого к стехиометрическому, в виде нанопорошков с размером частиц 50-70 нм.

Карбид титана в виде нанодисперсных порошков, полученный путем карботермического восстановления соединений титана в газовой фазе, применяется в нанотехнологиях. Мировое производство нанопорошков распределено неравномерно. Многие страны, такие как Бразилия, Южная Африка, Россия и Австралия, являются крупными производителями сырья, но не производят наночастицы в значительных объемах. Сейчас

только развитые в промышленном отношении страны стали производить наноматериалы в коммерческих количествах. На США приходится более половины производителей нанопорошков, Европейский Союз и Азия производят большую часть остального объема. Объемы производства наноматериалов в России пока не могут быть сравнимы с мощностями стран-лидеров, это, в первую очередь, связано с тем, что разработки в сфере нанотехнологий начались значительно позже, чем в остальных странах, занимающихся нанотехнологиями. Среди зарубежных производителей нанопорошков, можно отметить следующие научно-производственные фирмы, производящие и поставляющие карбид титана: «Plama Chem GmbH» (Германия) – чистота TiC > 97,0%, размер частиц 20-40 нм; «Neomat Co» (Латвия) - чистота TiC до 99,6%; размер частиц 25-80 нм; «Hefei Kaier Nanotechnology&Development ltd. Co» (Китай) – чистота TiC > 99,0%, размер частиц 50 нм; «Nanostructured&Amorphous Materials. Inc.» (США) – размер частиц TiC 80-130 нм, его чистота 98% и размер частиц 40 нм, чистота 99% [4].

Основная область применения нанопорошков карбида титана – модифицирование сплавов, которое дает возможность получать отливки с заранее заданной структурой и стабильными свойствами, способствующими широкому применению литых заготовок в ответственных конструкциях, машинах и механизмах. В работе [5] исследовали введение в алюминиевые деформируемые и литейные сплавы, а также в серый чугун нанопорошков карбонитрида и нитрида титана. Было установлено измельчение структуры литых изделий, повышение уровня характеристик механических свойств, пластичности и износостойкости. При непрерывной подаче модифицирующего прутка в жидкий металл при литье слитков полунепрерывным способом прутки вводили при помощи специально разработанного устройства, которое позволяло регулировать непрерывную подачу прутка из бухты в лунку кристаллизатора со скоростью, обеспечивающей требуемое содержание нанопорошка в слитках. Количество нанопорошка при последующем их введении в различные сплавы, не превышало 0,05%, а расход прутка составлял 20 – 25 кг на 1 т металла.

Сопоставление шлифов поперечного сечения проб показывает, что эффект модифицирования усиливается от прутка из лигатуры Al-Ti до прутка из крупки с нанопорошками (рисунок 3). Модифицирующий прутки отпрессован из гранул сплава Д16 (1), алюминиевой крупки АКП (2), лигатуры Al-2,0%Ti (3). Модифицирующий прутки отпрессован из гранул (Г) или крупки (К) и нанопорошка: 4 – Г+TaN; 5 – Г+BN; 6 – Г+VC; 7 – Г+SiC; 8 – К+SiC; 9 – Г+V₄C; 10 – К+ V₄C; 11 – Г+Ti_xC_yN_z; 12 – К+ Ti_xC_yN_z; 13 – Г+LaB₆; 14 – К+ LaB₆. Величина макрозерна немодифицированного сплава, мм²: нефльтрованного – 1,06 мм²; фильтрованного – 1,67 мм²

Карбид титана также применяют для нанесения защитных покрытий с использованием вакуумных ионно-плазменных методов напыления. В работе Е.Ф. Романенко (Повышение работоспособности и качества поверхности инструментальных материалов электрофизическими покрытиями и комбинированной обработкой: автореф. дис. на соиск. учен. степ. кандидата технических наук. – Курск, 2011.19 с.) исследовано ионно-плазменное покрытие на основе нитрида и карбида титана. Исследования оценки прочности сцепления ионно-плазменных покрытий методом царапания установили, что наибольшей адгезионной прочностью обладают многокомпонентные TiCN, а наименьшей – TiC и TiN. Метод плазменного нанесения покрытия на основе карбида титана является одним из самых современных способов обработки поверхности.

Мировое потребление новых материалов развито слабо, за исключением потребления композиционных материалов, уже нашедших широкое применение в авиа- и машиностроении, в 2013 году объем потребления приблизился к 44 млрд.долл. По данным Research.Techart, наиболее развитый коммерческий сегмент российской индустрии - нанопорошки.

Список литературы:

- [1] Китарисов С.С. , Левинский Ю.В., Петров А.П. Карбид титана: получение, свойства, применение.– М.: Металлургия, 1987. 216 с.
- [2] Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, области применения: справочник /Под ред. И.М. Федорченко.– Киев: Наукова думка, 1985. 624 с.
- [3] Электронный каталог России. Режим доступа: http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Nn/2002_2009/statti/vup25/25-1/03.pdf.
- [4] Электронный каталог России. Режим доступа: http://www.minpromtorg.gov.ru/reposit/minprom/state/14/Ito.govyj_otchet_o_NIR_NM.pdf.
- [5] Решетникова С.Н. Применение нанопорошков химических соединений для повышения качества металлоизделий: автореф. дис. на соиск. учен. степ. кандидата технических наук / С.Н. Решетникова: Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева. – Красноярск, 2008. 17с.