**ПРЯМОЙ СИНТЕЗ ОРГАНОХЛОРСИЛАНОВ: 70 ЛЕТ В ГНИИХТЭОС**

**Ендовин Юрий Петрович**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, начальник лаборатории, кандидат технических наук,

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-6358

e-mail: lab-6@eos.su

**Перерва Олег Валентинович**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, старший научный сотрудник

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-7938

e-mail: lab-6@eos.su

**Поливанов Александр Николаевич**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, заместитель Генерального директора, кандидат химических наук

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-7997

e-mail: polivanov@eos.su

**Чекрий Елена Николаевна**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, старший научный сотрудник

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-7938

e-mail: lab-6@eos.su

**Левченко Андрей Александрович**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, младший научный сотрудник

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-6358

e-mail: lab-6@eos.su

**Ключевые слова:** метилхлорсиланы, хлорсиланы, хлористый метил, прямой синтез, реактор синтеза.

В статье кратко рассказывается о деятельности одной из ведущих лабораторий ГНИИХТЭОС, занимающейся изучением прямого синтеза кремнийорганических мономеров и разработкой современных технологий крупнотоннажного промышленного производства хлор- и органохлорсиланов. На примере производств метилхлорсиланов показаны основные этапы развития кремнийорганической промышленности в СССР и РФ и отмечена ведущая роль ГНИИХТЭОС в этом развитии. Рассмотрены конструкции реакторов синтеза метилхлорсиланов, использованные в СССР, в Российской Федерации и разработанные в ГНИИХТЭОС для КНР. Для ознакомления с темой дано общее описание технологии прямого синтеза метилхлорсиланов. К наиболее современным достижениям ГНИИХТЭОС в области получения метилхлорсиланов относится создание нового производства в г. Казани. В статье приводится краткое описание вновь создающегося производства.

**Библиография**

1. Рохов Е.Д., Мир кремния, //М.: «Химия», 1990 г., 148 c.
2. Хананашвили Л.М.. Химия и технология элементоорганических мономеров и полимеров, //М.: «Химия», 1998 г., 528 c.
3. Молоканов Ю.К. и др., Разделение смесей кремнийорганических соединений. //Л.: «Химия», 1986, 336 c.
4. B.Kanner, K.M.Lewis “Commercial production of silanes by direct synthesis” in “Catalyzed Direct Reaction of Silicon” by K.M.Lewis, D.G.Rethwisch. ELSEVIER, Amsterdam, 1993.
5. Пат РФ 2470697. // Способ очистки абгазов от хлористого метила. Ендовин Ю.П., Перерва О.В., Левченко А.А., Чекрий Е.Н., Соколов Н.М., Поливанов А.Н., Стороженко П.А.
6. Пат РФ 2486191. // Способ разделения смеси метилхлорсиланов и хлористого метила. Перерва О.В., Ендовин Ю.П., Чекрий Е.Н., Левченко А.А., Стороженко П.А., Поливанов А**.**Н.

**КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ УСКОРЕННОЙ ВУЛКАНИЗАЦИИ: ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ НАПРАВЛЕНИЯ**

**Нанушьян Сергей Рафаилович**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, начальник лаборатории, кандидат технических наук

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-7180

E-mail: nanush\_s@rambler.ru

**Ключевые слова**: композиции ускоренной вулканизации, олиговинилорганосилоксаны, гидридолигоорганосилоксаны, компаунды СИЭЛ, компаунды СТЫК, экзо- и эндопротезы, интраокулярные линзы, волоконные световоды.

Представлена история создания и развития кремнийорганических композиций ускоренной вулканизации, разработанных и производимых ГНИИХТЭОС  под названиями компаунды СИЭЛ и СТЫК.

Композиции отличаются высокими диэлектрическими характеристиками, водо- и влагостойкостью, адгезией к большинству конструкционных материалов, работоспособностью в агрессивных средах, вакууме, при воздействии высоких ударных и тепловых нагрузок в диапазоне температур от - 60 (-90) до +200 (+350)°С, обладают химической и биологической инертностью.

Описаны основные области применения компаундов, рассмотрены перспективы развития данного направления полимерной химии в плане  создания и внедрения в различные отрасли промышленности новых материалов этого класса.

**Библиография**

1. Нанушьян С. Р., Алексеева Е. И. Полеес А. Б. Свойства и области применения кремнийорганических композиций ускоренной вулканизации// Обз. инф. Сер. Элементоорганические соединения и их применение. М.: НИИТЭХИМ, 1985, 51 с.
2. Alexeeva E.I., Nanush’yan S.R., Ruskol I.Yu. UV-curable organosilicon compositions. // Abstracts of X International Symposium on organosilicon chemistry. Poznan, 1993, p. 174.
3. Alexeeva E, Ruskol I., Nanushyan S, UV-curаblе organosiloxanes: Synthesis and Properties//ХI Int. Symp. on Organosilicon Chemistry. France: Universite Monpellier, 1996.
4. Нанушьян С. Р., Алексеева Е.И., Полеес А.Б. Кремнийорганические композиции ускоренной вулканизации. //Хим. пром., 1995, №11, с. 691-695.
5. Semenkova N.Yu., Nanushyan S. R., Storozhenko P. А // 2-nd European Organosilicon Days. Munich, 2003.
6. Semenkova N.Yu., Nanush’yan S.R., Storozhenko P.A., Polivanov A.N. New heat resistant silicone composite materials. //3rd European Organosilicon Days, Wurzburg, Germany, 2005, p. 148.
7. Nanushyan S., Semenkova N, Trokhachenkova O, Polivanov A. Dispersiveness study of nanosize fillers in organosilicon environment // 5-th European Silicon Days, Austria, Vienna, 2009, p. 168
8. Semenkova N, Nanushyan S., Polivanov A, Storozhenko P. Divinylpolydiorganosiloxane based composites with nanodispersed fillers // 5th European Silicon Days, Austria, Vienna, 2009, p.191
9. Semenkova N, Nanushyan S., Storozhenko P., Illarionov V., Popova K. Protective Insulating Coatings Based on Siloxanes and Submicro- and Nano-Size Fillers 17th International Symposium on Silicon Chemistry, Berlin, 2014, p. 236

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ ГНИИХТЭОС**

**В ОБЛАСТИ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ КЛЕЕВ-ЕРМЕТИКОВ**

**Минасьян Рубен Мкртычович**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, начальник сектора, кандидат химических наук

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-7900

E-mail: Si29@yandex.ru

**Поливанов Александр Николаевич**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, заместитель Генерального директора, кандидат химических наук

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-7997

e-mail: polivanov@eos.su

**Минасьян Ольга Ивановна**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, научный сотрудник

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-7900

E-mail: Lxni@yandex.ru

***Ключевые слова:*** Полисилоксановый каучук, герметик, клей, RTV, поликонденсация, вулканизация, Эласил.

Разработка, промышленное освоение и внедрение в различные отрасли народного хозяйства, силиконовых однокомпонентных клеев-герметиков в ГНИИХТЭОС начинались в 60-е годы прошлого столетия под руководством лауреата государственной премии, доктора технических наук В.В.Северного.

За годы работы в области однокомпонентных силиконовых композиционных материалов на основе полисилоксановых каучуков «холодной» вулканизации типа RTV, нашей организацией были подробно изучены химические процессы, протекающие при их получении и вулканизации. Разработан и внедрен в производства целый ряд рецептур, охватывающий все отрасли практического применения этих уникальных материалов.

 **Библиография**

1. Северный В.В., Минасьян Р.М., Соколов В.В., Кисин А.В. Исследование кинетики низкотемпературной вулканизации силоксановых каучуков методом ЯМР-спектроскопии. Каучук и резина, 1976, №2, с.14-16.
2. Северный В.В., Минасьян Р.М., Макаренко И.А., Бизюкова Н.М. Механизм «холодной» вулканизации низкомолекулярных полиорганосилоксановых каучуков. Высокомолекулярные соединения АН СССР, сер. А, 1977, т. 18, №6, c.1276-1281.
3. Северный В.В., Минасьян Р.М., Полякова М.В., Федотов Н.С., Влияние сшивающих агентов на адгезионные свойства композиций на основе силоксановых каучуков холодной вулканизации, Каучук и резина, 1976. №11. c.12-15.
4. Северный В.В., Минасьян Р.М., Минскер Е.И. Общий механизм вулканизации низкомолекулярных силоксановых каучуков в одно- и двухкомпонентных системах. Каучук и резина. 1981. №2. c.22-25.
5. Северный В.В., Минасьян Р.М., Минасьян О.И., Влияние органофункциональных кремнийорганических сшивающих агентов на скорость вулканизации дигидроксиполидиметилсилоксановов, Высокомолекулярные соединения АН СССР, 1977, сер. А, т.19, №7, с.1549-1555.
6. Северный В.В., Минасьян Р.М., Козлова О.А., Исследование относительных скоростей роста молекулярных цепей и сшивания дигидроксиполисилоксанов, Высокомолекулярные соединения АН СССР, 1984, сер.Б, т.26, №3, с.220-223.
7. Северный В.В., Минасьян Р.М., Семенкова Н.Ю., Влияние органофункциональных кремнийорганических сшивающих агентов на скорость вулканизации полидиметилсилоксан-полифенил силсесквиоксановых блок-сополимеров, Высокомолекулярные соединения, 1987, т.29, №5, с.1044-1047.
8. Минасьян Р.М., Клеи-герметики на основе кремнийорганических каучуков, Новые клеи и технология склеивания, материалы семинара ЦР дома знаний, 2004, с.9.
9. Минасьян Р.М., Однокомпонентные силиконовые клеи-герметики, Новые клеи и технология склеивания, материалы семинара ЦР дома знаний, 2006, с.4.
10. Минасьян Р.М. Силиконовые однокомпонентные клеи-герметики, Новые клеи и технология склеивания, материалы семинара ЦР дома знаний, 2008, с.3.
11. Минасьян Р.М., Титов Р.М., Исследование теплостойкости однокомпонентных силиконовых клеев-герметиков серии «Пентэласт», Клеи, герметики, технологии, 2008, №10, с.11.
12. Minasyan R.M. One-Component Silicon Adhesives-Sealants, Polymer Science, Series D. Glues and Sealing Materials, 2008, Vol.1, No.4, pp.286-288.
13. Minasyan R.M. Organosilicon Glue-Sealing Materials with Improved Refractoriness, Polymer Science, Series D. Glues and Sealing Materials, 2009, v.2, no.1, pp.44-45.
14. Minasyan R.M., Titov R.M. Study of the Heat-Strength of Pentelast One-component Silicon Adhesive-Sealants. Polymer Science, Series D. Glues and Sealing Materials, 2009, v.2, no.2, pp.102-105.
15. Минасьян Р.М., Грибостойкий однокомпонентный силиконовый клей-герметик Эласил 137-481. Клеи, герметики, технологии, 2009, №2 с.33.
16. Минасьян Р.М. Однокомпонентные силиконовые клеи-герметики, Клеи, герметики, технологии, 2008, № 6, с.7.
17. Минасьян Р.М., Кремнийорганические клеи-герметики с повышенной огнестойкостью. Клеи, герметики, технологии, 2008, №7, с.11.

**ЖАРОПРОЧНЫЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ ЛЕГКОВЕСНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**Рабинович Рафаил Александрович**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, начальник лаборатории, кандидат технических наук

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-7994

E-mail: l22@eos.su

**Семенкова Наталия Юрьевна**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-7138

E-mail: natyrsem@mail.ru

**Стороженко Павел Аркадиевич**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, научный руководитель- первый зам. Генерального директора, член-корр. РАН, доктор химических наук,

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-4953

**Нанушьян Сергей Рафаилович**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, начальник лаборатории, кандидат технических наук

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-7180

E-mail: nanush\_s@rambler.ru

**Балагурова Наталья Михайловна**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, научный сотрудник

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-7994

e-mail: l22@eos.su

**Поляк Леонид Григорьевич**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-7994

E-mail: l22@eos.su

**Попова Ксения**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, научный сотрудник, кандидат химических наук,

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-7138

e-mail: l25@eos.su

***Ключевые слова****:* Теплоизоляция, волокнистый огнеупор, высокоплотное покрытие, легковесный керамокомпозит, модифицированные силиконы.

Описана история развития и отмечены последние достижениям «ГНИИХТЭОС» в области создания многоцелевой теплозащиты на рабочие температуры выше 16000С. Создан вакуумформованный материал на основе различных модификаций алюмооксидных волокон, в том числе из предкерамических элементоорганических соединений (полиалюмоксанэлементооксанов) с плотностью 150 - 250 кг/м3 на рабочие температуры до 18000С (базовый материал). Разработаны композиции для высокоплотных покрытий, образующих керамику. Композиции получены на основе термостойких наполненных модифицированных наноразмерными фрагментами силиконов. Покрытия формируются при комнатной температуре, обладают адгезией к различным конструкционным материалам. Покрытия наносятся на базовый материал. В результате высокотемпературной обработки формируется керамокомпозит, сочетающий высокоэффективную теплозащиту легковесного огнеупора с высокотемпературной эрозионной стойкостью высокоплотного покрытия рабочей поверхности, а также осуществляется возможность его клеевого крепления к несущим конструкциям.

**Библиография**

1. Патент РФ № 2032697. Полиметаллоксанэлементоксаны и способ их получения. Гершкохен С.Л., Корнеев Н.Н., Рабинович Р.А., Выговский Н.А., Балагурова Н.М. Бюл. изобрет., № 10, 1995 c.39.
2. Стороженко П.А., Щербакова Г.И., Цирлин А.М., Флорина Е.К., Рабинович Р.А., Муркина А.С., Варфоломеев М.С. Высокотемпературные oксидные композиты на основе алюмоорганических и кремнийорганических соединений. // Перспективные материалы. Специальный выпуск: Сборник трудов XIX Международной конференции «Материалы с особыми специфическими свойствами и магнитные системы». Суздаль, 2008, с. 351-355.
3. Рабинович Р.А. Многофункциональные оксидные керамокомпозиты // Все материалы. Энциклопедический справочник, 2010, № 11, с. 33-36.
4. Рабинович Р.А., Балагурова Н.М., Поляк Л.Г., Орлов Б.К. Энергосберегающие волокнистые легковесы класса 1400-1800°С // II Международная научно-практическая конференция «Автоматизированные агрегаты и энергосберегающие технологии в металлургии». М., 2002, с. 262.
5. Лазарев С.В., Рабинович Р.А. Разработка и освоение в производстве экономичных лабораторных и промышленных электропечей сопротивления // II Международная научно-практическая конференция «Автоматизированные агрегаты и энергосберегающие технологии в металлургии». М., 2002, с. 202.
6. Семенкова Н.Ю., Нанушьян С.Р., Виноградов С.В., Чупрова Е.А., Стороженко П.А., Поливанов А.Н. Разработка рецептур и технологии получения новых высококачественных силиконовых материалов, работоспособных в экстремальных и специфических условиях эксплуатации, предназначенных для изделий электронной, авиационной, судостроительной и других отраслей промышленности // Российские нанотехнологии, 2008, т. 3, № 5-6, с. 25-26.
7. Rabinovich R.А., Semenkova N.Yr., Nanush’yan S.R., Storozhenko P.A., Balagurova N.M., Polyak L.G. Lightweight Refractory Combined Ceramic Composites for Energy Saving and Life Support Systems // International workshop on organosilicon polymers: Abstracts. Poland, 2010, p. 2.
8. Semenkova N.Yr., Nanush’yan S.R., Storozhenko P.A. Polyphenylsilsesquioxane − polydiorganosiloxane block-copolymers // 2-nd European Organosilicon Dаys: Abstracts. Germany, 2003, p. 50.
9. Semenkova N.Yr., Nanush’yan S.R., Storozhenko P.A., Polivanov A. N. New Heat Resistant silicone composite materials // 14-th International Symposium on Organosilicon Chemistry: Abstracts. Germany, 2005, p. 148.
10. Semenkova N.Yr., Nanush’yan S.R., Polivanov A.N., Storozhenko P.A. Nanomodified polydiorganosiloxane based composite // 15-th International Symposium on Organosilicon Chemistry: Abstracts. Korea., 2008, p. 192.
11. Semenkova N.Yr., Nanush’yan S.R., Storozhenko P.A., Polivanov A.N., Polyakova M.V., Arkhipova А.А. α,ω-divinylpolydiorganisiloxane based composites with nanodispersed fillers // 5th European silicon days: Abstracts. Austria, 2009, p. 191.
12. Семенкова Н.Ю., Нанушьян С.Р., Попова К.С., Князев С.П., Кирилин А.Д., Виноградов С.В., Чупрова Е.А. Структурирование органо-неорганических винилсодержащих олигомеров // Научное обозрение. Серия естественные и точные науки, 2012, № 5, c. 154-162.

**НАНОДИСПЕРСНЫЕ ПОРОШКИ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

**Гусейнов Ширин Латиф оглы,**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, зам. Генерального директора по науке, доктор технических наук,

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-1315

E-mail: rejhan@bk.ru

**Красовский Пётр Александрович,**

ГНЦ РФ AO “ГНИИХТЭОС”, Генеральный директор, доктор экономических наук

Адрес: 105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 38

Тел. раб. 8(495)673-4953

E-mail: krasovski@eos.su.

**Ключевые слова**: нанадисперсные порошки, плазменный способ, плазменный реактор, наноалюминий, нанобор, электродуговая плазма, инвестиционный проект, финансовые риски. Рассмотрены наиболее перспективные способы получения нанопорошков и материалов на их основе, в том числе плазменная технология, использующая электродуговой способ переконденсации веществ. Описаны способы переконденсации крупного порошка кремния, карбида кремния, оксида алюминия в низкотемпературной плазме аргона. Обсуждаются наиболее рациональные режимы получения нанопродукции, трудности и нерешенные проблемы. Проведена технико-экономическая оценка рыночного потенциала полученных результатов. В частности, проведена оценка себестоимости нанопродукции. Показано, что себестоимость единицы нанодисперсных порошков зависит от стоимости исходного сырья, сложности его подготовки для производства, а также от характеристик получаемой нанопродукции. Выполнен оценочный анализ возможных рисков и путей их минимизации. Определено, что основной риск при осуществлении инвестиционного проекта по данной тематике может быть связан с процессом реализации нанодисперсных порошков и перспективных композиций на их основе и может проявляться в снижении объема реализации нанопродукции вследствие изменения рыночной конъектуры, неблагоприятного изменения цен на сырье и ресурсы, повышение производственных издержек. Кроме того, особое значение имеют финансовые риски такие, как инфляционный, валютный и риск ликвидности.

**Библиография**

1. Нанотехнология в ближайшем десятилетии: Прогноз направления исследований. Под ред. Андриевского Р.А. // М.: Мир, 2002, 292 с.
2. Стороженко П.А., Гусейнов Ш.Л., Малашин С.И.. Нанодисперсные порошки: методы получения и способы практического применения. //Российские нанотехнологии, т. 4, вып. 1-2, 2009, с.27-39.
3. Справочник «Олдрич» // 2004.
4. Давыдкин В.Ю., Трусов Л.И., Бутягин П.Ю. и др.//Механохимический синтез в неорганической химии // Под ред. Е.Г. Аввакумова. Новосибирск, 1991, с.183.
5. Aisumi N., Yoshiokaka K., Yamasaki T. Ogino Y. Funtai oyobi Funmatsu Yakin// (J.Japan Soc. Powd. And Powd. Metall.), 1993, v.40, no.3, p. 261.
6. Натансон Э.М., Ульберг З.Р. Коллоидные металлы и металлополимеры.// Киев: Наукова думка, 1971, с. 348.
7. Ничипоренко О.С. Современные методы производства металлических порошков.// Порошковая металлургия, 1979, № 9. с. 1–9.
8. Желибо Е.П., Арюпина К.А., Натансон Э.М. Образование на катоде высокодисперсных порошков железа. //Порошковая металлургия, 1973, № 2. с.14–19.
9. Морохов Л.Д., Трусов Л.И., Чижик С.П. Ультрадисперсные металлические среды.//М.: Атомиздат, 1977, с. 264.
10. Троицкий В.Ю., Гребцов Б.М., Домашнев И.А. и др. //В кн.: Плазмохимические реакции и процессы./ М.: Наука, 1977, с. 26-49.
11. Белозерский Н.А. Карбонильные металлы.// М.: Металлургия, 1958, с.142.
12. Fedorov S.G., Guseynov Sh.L., Storozhenko P.A.. Nanodispersed metal Powders in high-energy condensed systems//«Nanotechnologies in Russia», v. 5, no. 9-10, pp. 262-274.
13. Белозерский Н.А. Карбонильные металлы. //М.: Металлургия, 1958, с. 142.
14. Исследования в области металлургии цветных и редких металлов.// М.: 1969, с. 298.
15. Цветков Ю.В., Панфилов С.А. Низкотемпературная плазма в процессах восстановления. – М.: Наука, 1980, 360 с.
16. Панфилов С.А., Цветков Ю.В. О поведении оксидов тугоплавких металлов в плазменной струе аргона. В кн.: Металлургия цветных и редких металлов// М.: Наука, 1967, с.128-134.
17. Теоретическая и прикладная плазмохимия. Под ред. Л.С.Полака.// М.: Наука, 1975, с.637.
18. Шведков Е.П., Ковенский Н.Н. Новейшие процессы и материалы порошковой металлургии // Порошковая металлургия 1985, №11, с. 69-78.
19. Холлэнд Л. Нанесение тонких пленок в вакууме. // М.–Л.: Госэнергоиздат, 1963, с.138.
20. Грибовский С.В. Получение цинковых порошков, осажденных из газовой фазы.// Дис. канд. техн. наук. Свердловск, 1975, с. 147.
21. Чижиков Д.М., Цветков Ю.В., Тагиров И.К. Особенности восстановительных процессов в условиях плазменных температур.// В кн.: Механизм и кинетика восстановления металлов. М.: Наука, 1970, с. 3-18.
22. Thevenot F. The Physics and Chemistry of Carbides, Nitrides and Borides// Ed. R.Freer, Netherlands, Dordrecht, 1990, p. 87.
23. Королева Е.В., Лохов Ю.Н., Петручев В.А. Calculation of the heating and vaporization of dispersed particles in the plasma. // Физ. и хим. обработки матер. 1976, №5, с.25-27.
24. Лужнова М.А., Райхбаум Я.Д. Определение констант испарения частиц металлов в дуговой плазме.// ИФЖ, 1970, т.18, № 1, с. 77-80.
25. Моссэ А.Л., Буров И.С. Обработка дисперсных материалов в плазменных реакторах. // Минск: Наука и техника, 1980, с. 205.
26. Генераторы низкотемпературной плазмы. Труды III Всесоюзной научно-технической конференции по генераторам низкотемпературной плазмы //М.: Энергия, 1969, с.608
27. Крапивина А.С. Плазмохимические технологические процессы.//Л.: Химия, 1981, с.247
28. Моссэ А.Л., Печковский В.В. Применение низкотемпературной плазмы в технологии неорганических веществ. //Минск: Наука и техника, 1973, с. 214.
29. Пат. 3931542 (США) Method and Apparatus for Energizing Materials in an Electric Arc. (C.Sheer, S.Korman, D.Angier) // Изобрет. за рубежом, 1976, гр. 33, № 8.
30. Beer, Chigier, Davies Bossiandele Laminori –Zation of Turbulent Flames in Rotating Enviroments.//Combustion and Flame, 1971, v.16, no. 1, pp.39-45.
31. Джонсон С. Устойчивость вращающихся стратифицированных жидкостей.// Ракетная техника и космонавтика, 1972, № 10, с. 131-132.
32. Жуков М.Ф., Смоляков В.Я., Урюков Б.А. Электродуговые нагреватели газа (плазмотроны). // М.: Наука, 1973, с.231.