

**УПРАВЛЕНИЕ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА**

УДК 621.865.8:004.891.3

**МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ  
И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ  
МОДУЛЕЙ ДВИЖЕНИЯ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ**© 2013 г. *Н.А. Глебов, Т.Н. Круглова*

*Глебов Николай Алексеевич* – д-р техн. наук, профессор, кафедра «Мехатроника и гидропневмоавтоматика», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). Тел. (8635) 25-52-46. E-mail: aprim.srstu@mail.ru

*Glebov Nikolay Alexeevich* – Doctor of Technical Sciences, professor, department «Mechatronics and Hydropneumoautomatics», South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). Ph. (8635) 25-52-46. E-mail: aprim.srstu@mail.ru

*Круглова Татьяна Николаевна* – канд. техн. наук, доцент, кафедра «Мехатроника и гидропневмоавтоматика», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). Тел. (8635) 25-52-46. E-mail: aprim.srstu@mail.ru

*Kruglova Tatyana Nikolaevna* – Candidate of the Technical Science, associate professor, department «Mechatronics and Hydropneumoautomatics», South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). Ph. (8635) 25-52-46. E-mail: aprim.srstu@mail.ru

*Рассмотрены математические модели и методы диагностирования и прогнозирования технического состояния модулей движения мехатронных систем, основанные на совместном использовании аппарата нечеткой логики и искусственных нейронных сетей. Приведены результаты экспериментальных исследований методов диагностирования и прогнозирования. Описано устройство для практической реализации предложенных методов.*

*Ключевые слова:* мехатронная система; модуль движения; диагностирование; прогнозирование; нечеткая логика; нейронная сеть.

*The mathematical models and methods of diagnosing and predicting the technical condition of the modules motion mechatronic systems based on the combined use of fuzzy logic and artificial neural networks are considered. The results of experimental studies of methods of diagnosis and prognosis. Define a device for the practical implementation of the proposed methods.*

*Keywords:* mechatronic system; motion module; diagnosing; forecasting; fuzzy logic; neural network.

**Литература**

1. *Резчиков А.Ф., Твердохлебов В.А.* Техническое диагностирование мехатронных систем // Мехатроника, автоматизация, управление. 2003. № 2. С. 3 – 6.
2. *Asai K.* Прикладные нечеткие системы: пер. с яп. / под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М.Сугэно. М., 1993. 368 с.
3. *Круглов В.В., Борисов В.В.* Искусственные нейронные сети. Теория и практика : 2-е изд., стереотип. М., 2002. 382 с.
4. *Круглова Т.Н., Глебов Н.А.* Диагностирование и прогнозирование технического состояния мехатронных модулей движения технологического оборудования: монография. Новочеркасск, 2011. 119 с.
5. Brushless DS (BLDC) Motor Fundamentals. Microchip Technology Inc. 2003.
6. Пат. на полезную модель 112405 Рос. Федерация, МПК G01 H 17/00, G01M 13/00 - №201128329/28. Устройство диагностирования и прогнозирования технического состояния модуля движения / Н.А. Глебов, Т.Н. Круглова. Завл. 08.07.11; опубл. 10.01.2012. Бюл. № 1.
1. *Rezchikov A.F., Tverdohlebov V.A.* Tehnicheskoe diagnostirovanie mehatronnyh sistem // Mehatronika, avtomatizaciya, upravlenie. 2003. № 2. S. 3 - 6.
2. *Asai K.* Prikladnye nechetkie sistemy: per. s yap. / pod red. T. T'erano, K. Asai, M.Sug'eno. M., 1993. 368 s.
3. *Kruglov V.V., Borisov V.V.* Iskusstvennye nejronnye seti. Teoriya i praktika : 2-e izd., stereotip. M., 2002. 382 s.
4. *Kruglova T.N., Glebov N.A.* Diagnostirovanie i prognozirovanie tehniceskogo sostoyaniya mehatronnyh modulej dvizheniya tehnologicheskogo oborudovaniya: monografiya. Novocherkassk, 2011. 119 s.
5. Brushless DS (BLDC) Motor Fundamentals. Microchip Technology Inc. 2003.
6. Pat. na poleznuyu model' 112405 Ros. Federaciya, MPK G01 H 17/00, G01M 13/00 - №201128329/28. Ustrojstvo diagnostirovaniya i prognozirovaniya tehniceskogo sostoyaniya modulya dvizheniya / N.A. Glebov, T.N. Kruglova. Zavl. 08.07.11; opubl. 10.01.2012. Byul. № 1.

УДК 681.515+62-83

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ ИНЕРЦИИ НА РАБОТУ СИЛОКОМПЕНСИРУЮЩИХ СИСТЕМ

© 2013 г. *Г.Я. Пятибратов, А.М. Киво, О.А. Кравченко, С.В. Папирняк*

*Пятибратов Георгий Яковлевич* – д-р техн. наук, профессор, кафедра «Электропривод и автоматика», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). Тел. (86352) 55-2-10.

*Киво Александр Михайлович* – ассистент, кафедра «Электропривод и автоматика», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). Тел. (86352) 55-2-10.

*Кравченко Олег Александрович* – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Электропривод и автоматика», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). Тел. (86352) 55-2-10.

*Папирняк Станислав Валерьевич* – аспирант, Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). Тел. (86352) 55-6-29.

*Pyatibratov Georgiy Yakovlevich* – Doctor of Technical Sciences, professor, department «Electric Drive and Automatic Equipment», South-Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). Ph. (86352) 55-2-10.

*Kivo Aleksandr Mihaylovich* – assistant, department «Electric Drive and Automatic Equipment», South-Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). Ph. (86352) 55-2-10.

*Kravchenko Oleg Aleksandrovich* – Candidate of Technical Sciences, assistant professor, head of department «Electric Drive and Automatic Equipment», South-Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). Ph. (86352) 55-2-10.

*Papirnyak Stanislav Valeryevich* – аспирант, South-Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). Ph. (86352) 55-6-29.

*Выполнены исследования влияния центробежных сил инерции на работу тренажёров для подготовки космонавтов при выполнении ими операций шлюзования, задач внекарабельной деятельности и работ на планетах с пониженной гравитацией. Определены основные факторы, влияющие на максимальные значения центробежных сил инерции, действующих на космонавта и тележку системы горизонтальных перемещений, выполненной с разделением сложного движения в полярной системе координат.*

**Ключевые слова:** космонавт; тренажёр; полярная система координат; центробежная сила инерции.

*The studies of the influence of the centrifugal forces of inertia on the simulators' work for training of astronauts by their accomplishment of sluicing operations, the problems of outside spaceship activity and works on planets with reduced gravitation. The main factors are determined which influence on the peak value of centrifugal force of inertia acting on the astronaut and the trolley system of horizontal movements of performed with the division of the complex motion in the polar coordinate system.*

**Keywords:** astronaut; simulator; polar coordinate system; the centrifugal force of inertia.

### Литература

1. *Кравченко О.А., Пятибратов Г.Я.* Создание и опыт эксплуатации силокомпенсирующих систем, обеспечивающих многофункциональную подготовку космонавтов к работе в невесомости // Изв. вузов. Электромеханика. 2008. № 2. С. 42 – 47.
2. *Сухенко Н.А., Пятибратов Г.Я.* Совершенствование систем управления сбалансированных манипуляторов // Изв. вузов. Электромеханика. 2010. № 5. С. 77 – 81.
3. *Пятибратов Г.Я., Папирняк В.П., Полежаев В.Г., Супчев А.И.* Состояние, проблемы и пути совершенствования систем имитации невесомости для наземной отработки изделий космической техники // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 1995. № 3 – 4. С. 39 – 49.
4. *Кравченко О.А., Демченко Н.А.* Устройство реабилитации пациентов с нарушением опорно-двигательного аппарата. Патент RU № 106104. МКИ А61G 3/00; Заявл. 16.07.10; опубл.Б.И. 2011. № 19.
5. *Пятибратов Г.Я., Кравченко О.А., Папирняк В.П.* Способы реализации и направления совершенствования тренажёров для подготовки космонавтов к работе в невесомости / Изв. вузов. Электромеханика. 2010. № 5. С. 70 – 76.
1. *Kravchenko O.A., Pyatibratov G.Ya.* Sozdanie i opyt `ekspluatatsii silokompensiruyuschih sistem, obespechivayuschih mnogofunkcional'nyuyu podgotovku kosmonavtov k rabote v nevesomosti // Izv. vuzov. `Elektromehaniка. 2008. № 2. S. 42 - 47.
2. *Suhenko N.A., Pyatibratov G.Ya.* Sovershenstvovanie sistem upravleniya sbalansirovannyh manipulyatorov // Izv. vuzov. `Elektromehaniка. 2010. № 5. S. 77 - 81.
3. *Pyatibratov G.Ya., Papirnyak V.P., Polezhaev V.G., Supchev A.I.* Sostoyanie, problemy i puti sovershenstvovaniya sistem imitatsii nevesomosti dlya nazemnoj otrabotki izdelij kosmicheskoy tehniky // Izv. vuzov. Sev.-Kavk. region. Tehn. nauki. 1995. № 3 - 4. S. 39 - 49.
4. *Kravchenko O.A., Demchenko N.A.* Ustrojstvo rehabilitatsii pacientov s narusheniem oporno-dvigatel'nogo apparata. Patent RU № 106104. MKI A61G 3/00; Zayavl. 16.07.10; opubl.B.I. 2011. № 19.
5. *Pyatibratov G.Ya., Kravchenko O.A., Papirnyak V.P.* Sposoby realizatsii i napravleniya sovershenstvovaniya trenazherov dlya podgotovki kosmonavtov k rabote v nevesomosti / Izv. vuzov. `Elektromehaniка. 2010. № 5. S. 70 - 76.

6. Киво А.М., Кравченко О.А. Определение параметров движения и силовых характеристик электромеханических стендов с частичным обезвешиванием космонавтов / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). Новочеркасск, 2010. 18 с. Библиогр.: 5 назв. Рус.- Деп. в ВИНТИ 24.01.2011, №17 В2011.

6. Kivo A.M., Kravchenko O.A. Opredelenie parametrov dvizheniya i silovyh harakteristik `elektromehaniческих stendov s chastichnym obezveshivaniem kosmonavtov / Yuzh.-Ros. gos. tehn. un-t (NPI). Novoчеркасск, 2010. 18 s. Bibliogr.: 5 nazv. Rus.- Dep. v VINITI 24.01.2011, №17 V2011.

---

*Поступила в редакцию*

*30 мая 2013 г.*

---

## ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

УДК 621.671:622.5(06)

### К ПЕРЕСЧЕТУ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШАХТНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РАБОЧИХ КОЛЕС

© 2013 г. Ю.П. Сташинов, Д.А. Боченков

Сташинов Юрий Павлович – канд. техн. наук, доцент, кафедры «Электрификация и автоматизация производства», Шахтинский институт (филиал) Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). E-mail: [yustashinov@yandex.ru](mailto:yustashinov@yandex.ru)

Боченков Дмитрий Александрович – канд. техн. наук, Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). E-mail: [Boch2010D@yandex.ru](mailto:Boch2010D@yandex.ru)

Stashinov Yury Pavlovich – Candidate of Technical Sciences, assistant professor, department «Electrification and Automation of Production», Shakhty Institute (Branch) of South-Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). E-mail: [yustashinov@yandex.ru](mailto:yustashinov@yandex.ru)

Bochenkov Dmitriy Alexandrovich – Candidate of Technical Sciences, South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). E-mail: [Boch2010D@yandex.ru](mailto:Boch2010D@yandex.ru)

*Получена зависимость КПД насоса от подачи при изменении частоты вращения рабочих колёс. Показано, что указанная характеристика зависит не только от её вида при номинальной частоте вращения, но также от характеристики гидравлической сети, напорной характеристики насоса и параметров рабочего режима при номинальной частоте вращения. Доказано, что снижение расхода электроэнергии на главных водоотливных установках шахт возможно только повышением общего КПД установки, в частности изменением частоты вращения рабочих колёс насоса.*

**Ключевые слова:** шахтный; центробежный насос; характеристика; частота вращения; напор; подача; КПД.

*The functional dependence of pump efficiency on its delivery with changing rotation speed of impellers was obtained. In was shown, that this characteristic depends not only on its form under rated rotation speed, but also on the hydraulic mains characteristic, the pump head-delivery characteristic and the parameters of operating conditions under rated rotation speed. It was demonstrated, that energy saving at the main mining water-removal plants is only possible by increasing the total efficiency of the plant, specifically, by changing rotation speed of pump impellers.*

**Keywords:** mining; centrifugal pump; characteristic; angular frequency; head; delivery; efficiency.

#### Литература

1. Сташинов Ю.П., Боченков Д.А. К пересчету напорной характеристики центробежного насоса при изменении частоты вращения рабочих колес // Горное оборудование и электромеханика. 2008. № 12. С. 18 – 20.
2. Попов В.М. Водоотливные установки: справочное пособие. М., 1990.
3. Стационарные установки шахт / под общ. ред. Б.Ф. Братченко. М., 1977.
4. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. М., 1984.
5. Stashinov Yu.P., Bochenkov D.A. K pereschetu napornoj karakteristiki centrobezhnogo nasosa pri izmenenii chastoty vrascheniya rabochih koles // Gornoe oborudovanie i `elektromehanika. 2008. № 12. S. 18 - 20.
6. Popov V.M. Vodootlivnye ustanovki: spravochnoe posobie. M., 1990.
7. Stacionarnye ustanovki shaht / pod obsch. red. B.F. Bratchenko. M., 1977.
8. Cherkasskij V.M. Nasosy, ventilyatory, kompressory. M., 1984.

Поступила в редакцию

8 апреля 2013 г.

## ТЕПЛОТЕХНИКА

УДК 536.633.2

ИЗОХОРНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ И ФАЗОВОЕ РАВНОВЕСИЕ  
ФРЕОНОВ R410A И R507

© 2013 г. В.И. Дворянчиков, Д.П. Рамазанова

Дворянчиков Василий Иванович – д-р техн. наук, ведущий науч. сотр., Институт проблем геотермии, Дагестанский научный центр, Российская академия наук. E-mail: [vasiliy\\_dv01@mail.ru](mailto:vasiliy_dv01@mail.ru)

Dvoryanchikov Vasily Ivanovich – Doctor of Technical Sciences, chief research assistant, Institute for Geothermal Problems of the Dagestan Scientific Centre of Russian Academy of Sciences. E-mail: [vasiliy\\_dv01@mail.ru](mailto:vasiliy_dv01@mail.ru)

Рамазанова Динара Пашаевна – аспирант, Институт проблем геотермии, Дагестанский научный центр, Российская академия наук.

Ramazanova Dinara Pashaevna – post-graduate student, Institute for Geothermal Problems of the Dagestan Scientific Centre of Russian Academy of Sciences.

*Приводятся данные изохорной теплоёмкости фреонов R410A и R507, рассчитанные на основе данных об энтропии, приводимые в литературе. Данные об изохорной теплоёмкости фреонов могут быть использованы для оптимизации при эксплуатации тепловых насосов, холодильной техники.*

*Ключевые слова: изохорная теплоёмкость; хладагент; фазовое равновесие.*

*Data of an isochoric Heat capacity of freons R 410A and R 507, calculated on the basis of data on the entropy, given in literature are provided. Data on an isochoric heat capacity of freons can be used for optimization at operation of thermal pumps, refrigerating equipment.*

*Keywords: isochoric heat capacity; phase equilibrium.*

## Литература

1. Цветков О.Б., Лантев Ю.А. Теплофизические аспекты экологических проблем современной холодильной техники // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. Приложение к спецвыпуску. 2002. № 10. С. 54.
2. Magee J.W. Isochoric p-p-T and Heat Capacity Measurements for Binary Refrigerant Mixtures Containing Difluoromethane (R32), Pentafluoromethane (R125), 1,1,1,2-Tetrafluoro-methane (R134a), and Trifluoroethane (R143a) from 200 to 345 K at Pressures to 35 MPa. // Intern. J. of Thermophysics. 2000. Vol. 21. № 1. P. 95.
3. Багинский А.В., Станкус С.В., Кошелева А.С. Теплоёмкость фреона R236ea в жидком состоянии // Теплофизика и аэродинамика. 2004. Т. 11. № 4. С. 647.
4. Дворянчиков В.И., Рабаданов Г.А. Изохорная теплоёмкость и T-р зависимость хладагентов и их смесей на линии фазового равновесия // Журн. физ. химии. 2010. Т. 84, № 6. С. 1009.
5. Кузнецов К.И. Экспериментально-расчётное исследование термодинамических свойств октафторпропана и декафторбутана: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2009.
6. Кузнецов К.И., Скородумов С.В., Сухих А.А., Утенков В.Ф. Экспериментальные данные о плотности октафторпропана при повышенных температурах. М., 2008.
7. Дворянчиков В.И., Сефиханов Г.Г. Термодинамические свойства хладагентов R407A, R410A на линии фазового равновесия // Тр. II Всерос. науч.-техн. конф. Махачкала. ДГТУ. 2011. Ч. 2. С.104.
8. Дворянчиков В.И. Изохорная теплоёмкость и T-р зависимость хладагентов пропанового ряда // Журн. физ. химии. 2011. Т. 85, № 11. С. 2015.
9. Митропов В.В. Уравнение состояния и таблицы термодинамических свойств озонобезопасных хла-
1. Cvetkov O.B., Laptev Yu.A. Teplofizicheskie aspekty `ekologicheskikh problem sovremennoj holodil'noj tehniky // Himiya i komp'yuterno modelirovanie. Butlerovskie soobscheniya. Prilozhenie k specvypusku. 2002. № 10. S. 54.
2. Magee J.W. Isochoric p-p-T and Heat Capacity Measurements for Binary Refrigerant Mixtures Containing Difluoromethane (R32), Pentafluoromethane (R125), 1,1,1,2-Tetrafluoro-methane (R134a), and Trifluoroethane (R143a) from 200 to 345 K at Pressures to 35 MPa. // Intern. J. of Thermophysics. 2000. Vol. 21. № 1. P. 95.
3. Baginskij A.V., Stankus S.V., Kosheleva A.S. Teploemkost' freona R236ea v zhidkom sostoyanii // Teplofizika i a`erodinamika. 2004. T. 11. № 4. S. 647.
4. Dvoryanchikov V.I., Rabadanov G.A. Izohornaya teploemkost' i T-p zavisimost' hladagentov i ih smesey na linii fazovogo ravnovesiya // Zhurn. fiz. himii. 2010. T. 84, № 6. S. 1009.
5. Kuznecov K.I. `Eksperimental'no-raschetnoe issledovanie termodinamicheskikh svojstv oktaftorpropana i dekaftorbutana: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. M., 2009.
6. Kuznecov K.I., Skorodumov S.V., Suhij A.A., Utenkov V.F. `Eksperimental'nye dannye o plotnosti oktaftorpropana pri povyshennyh temperaturah. M., 2008.
7. Dvoryanchikov V.I., Sefihanov G.G. Termodinamicheskie svojstva hladagentov R407A, R410A na linii fazovogo ravnovesiya // Tr. II Vseros. nauch.-tehn. konf. Mahachkala. DGTU. 2011. Ch. 2. S.104.
8. Dvoryanchikov V.I. Izohornaya teploemkost' i T-p zavisimost' hladagentov propanovogo ryada // Zhurn. fiz. himii. 2011. T. 85, № 11. S. 2015.
9. Mitropov V.V. Uravnenie sostoyaniya i tablicy termodinamicheskikh svojstv ozonobezopasnyh

- дагентов R125, R227ea: автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2009. 16 с.
10. Рыков В.А. Термодинамические свойства R23 на линии насыщения в диапазоне температур от 180 до 298 К // Вестн. МАХ.2000. Вып.4. С. 30.
11. Клецкий А.В., Митропов В.В. Современные тенденции в аппроксимации термодинамических свойств хладагентов // Вестн. МАХ. 2009. Вып. 1. С. 222.

- hladagentov R125, R227ea: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. SPb., 2009. 16 s.
10. Rykov V.A. Termodinamicheskie svojstva R23 na linii nasyscheniya v diapazone temperatur ot 180 do 298 K // Vestn. MAH.2000. Vyp.4. S. 30.
11. Kleckij A.V., Mitropov V.V. Sovremennye tendencii v approksimacii termodinamicheskikh svojstv hladagentov // Vestn. MAH. 2009. Vyp. 1. S. 222.

Поступила в редакцию

8 апреля 2013 г.

УДК 621.18

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТОПОЧНОГО УСТРОЙСТВА КОТЛА ПРИ ПЕРЕВОДЕ НА СЖИГАНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА

© 2013 г. *Е.И. Юрьев*

*Юрьев Евгений Игоревич* – соискатель, кафедра «Тепловые электрические станции и теплотехника», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). E-mail: [yurjev.evgeniy@yandex.ru](mailto:yurjev.evgeniy@yandex.ru)

*Yuryev Evgeniy Igorevich* – applicant for a degree of department «Thermal power station and thermotechnics», South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). E-mail: [yurjev.evgeniy@yandex.ru](mailto:yurjev.evgeniy@yandex.ru)

*Представлены основные результаты диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук. Исследовательская работа направлена на повышение характеристик топочно-горелочного устройства пылеугольных котлов геометрически подобных БКЗ-320-140 при переводе на сжигание природного газа с установкой различных типов газовых горелок на боковые стены топки.*

**Ключевые слова:** горелка; численное моделирование; моделирование процессов горения; топка котла; сжигание природного газа.

*Presents the main results of the thesis on competition of a scientific degree of candidate of technical Sciences. The research work focuses on improving the characteristics of furnace-burner of coal-fired boilers geometrically similar, BKZ-320-140 when translating to the burning of natural gas with the installation of various types of gas burners of the lateral walls of the furnace.*

**Keywords:** burner; numerical simulation; combustion modeling; boiler furnace; burning natural gas.

### Литература

1. Восточная газовая программа. URL: <http://www.gazprom.ru/about/production/projects/east-program> (дата обращения 08.07.2012).
2. Khalil E.E. Modelling of Furnaces and Combustors, Abacus Press, Kent, U.K., 1982. 260p.
3. Dannecker R., Noll B., Hase M., Krebs W., Schildmacher K.-U., Koch R., Aigner M. Impact of Radiation on the Wall Heat Load at a Test Bench Gas Turbine Combustion Chamber: Measurements and CFD Simulation, Proceedings of the ASME Turbo Expo 2007. Vol. 4 Part B, P. 1311 – 1321.
4. Юрьев Е.И. Численное исследование топочных процессов в котле БКЗ-320-140 с вихревыми газовыми горелками // Изв. вузов. Электромеханика. Спец. выпуск «Диагностика энергооборудования» ЮРГТУ (НПИ). 2010. С. 168 – 170.
5. Юрьев Е.И. Численное моделирование топочных процессов в топке БКЗ-320-140 с прямоточными вихревыми и плоскофакельными газовыми горелками // Изв. вузов. Электромеханика. 2013. №1. С. 164 – 66.
6. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод) / под ред. Н.В. Кузнецова [и др.], М., 1973. 296 с.
1. Vostochnaya gazovaya programma. URL: <http://www.gazprom.ru/about/production/projects/east-program> (data obrascheniya 08.07.2012).
2. Khalil E.E. Modelling of Furnaces and Combustors, Abacus Press, Kent, U.K., 1982. 260p.
3. Dannecker R., Noll B., Hase M., Krebs W., Schildmacher K.-U., Koch R., Aigner M. Impact of Radiation on the Wall Heat Load at a Test Bench Gas Turbine Combustion Chamber: Measurements and CFD Simulation, Proceedings of the ASME Turbo Expo 2007. Vol. 4 Part B, P. 1311 - 1321.
4. Yur'ev E.I. Chislennoe issledovanie topochnyh processov v kotle BKZ-320-140 s vihrevymi gazovymi gorelkami // Izv. vuzov. `Elektromehaniika. Spec. vypusk «Diagnostika `energooborudovaniya» YuRGTU (NPI). 2010. S. 168 - 170.
5. Yur'ev E.I. Chislennoe modelirovanie topochnyh processov v topke BKZ-320-140 s pryamotochno-vihrevymi i plaskofakel'nymi gazovymi gorelkami // Izv. vuzov. `Elektromehaniika. 2013. №1. S. 164 - 66.
6. Teplovoj raschet kotel'nyh agregatov (Normativnyj metod) / pod red. N.V. Kuznecova [i dr.], M., 1973. 296 s.

7. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод). СПб., 1998. 256 с.

7. Teplovoj raschet kotel'nyh agregatov (Normativnyj metod). SPb., 1998. 256 s.

**Поступила в редакцию**

**22 июля 2013 г.**

---

## МЕТАЛЛУРГИЯ

УДК 621.762

### ФЕНОМЕНОЛОГИЯ ВЗАИМНОЙ ДИФФУЗИИ В МЕЖСЛОЙНЫХ ЗОНАХ ПРИ СПЕКАНИИ ПОРОШКОВЫХ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

© 2013 г. *Б.Г. Гасанов, А.Д. Ефимов, А.М. Юханаев*

*Гасанов Бадрудин Гасанович* – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Автомобильный транспорт и организация дорожного движения», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). Тел./факс: (8635)25-56-54. E-mail: [gasanov-1942@mail.ru](mailto:gasanov-1942@mail.ru)

*Gasanov Badrudin Gasanovich* – Doktor of Technical Sciences, professor, head of department «Motor Transport and Road Traffic Organization», South-Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). Ph. (8635)25-56-72. E-mail: [gasanov-1942@mail.ru](mailto:gasanov-1942@mail.ru)

*Ефимов Артем Дмитриевич* – ст. преподаватель, кафедра «Автомобильный транспорт и организация дорожного движения», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). E-mail: [e1984ad@mail.ru](mailto:e1984ad@mail.ru)

*Efimov Artem Dmitrievich* – Candidate of Technical Sciences, senior lector, department «Motor Transport and Road Traffic Organization», South-Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). E-mail: [e1984ad@mail.ru](mailto:e1984ad@mail.ru)

*Юханаев Ашур Максимович* – аспирант, кафедра «Автомобильный транспорт и организация дорожного движения», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). E-mail: [ashur1989@mail.ru](mailto:ashur1989@mail.ru)

*Yukhanaev Ashur Maksimovich* – post-graduate student department «Motor Transport and Road Traffic Organization», South-Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). E-mail: [ashur1989@mail.ru](mailto:ashur1989@mail.ru)

*Составлены уравнения диффузии при спекании пористых гетерогенных систем при неизотермическом процессе нагрева. Показано принципиальное отличие в характере диффузионных процессов на первой и второй стадиях спекания, а также установлены математические зависимости, описывающие кинетику диффузии. Рассмотрен метод определения коэффициента поверхностной диффузии в процессе изотермического и неизотермического спекания. На основе экспериментальных данных рассчитаны коэффициенты поверхностной диффузии для каждой стадии спекания.*

**Ключевые слова:** диффузия; биметалл; пористость; диффузионный процесс; коэффициент диффузии; межслойная граница.

*The diffusion equations are worked out at sintering of porous heterogeneous systems at not isothermal process of heating. Basic difference in character diffusion processes at the first and second stages of sintering is shown, and also the mathematical dependences describing кинетику diffusions are established. The method of definition of factor of superficial diffusion in the course of isothermal sintering is shown. On the basis of experimental data factors of superficial diffusion for each stage of sintering are calculated.*

**Keywords:** diffusion; bimetal; porosity; diffusion process; coefficient of diffusion; interlayer boundary.

#### Литература

1. *Дорофеев Ю.Г., Устименко В.И.* Порошковая металлургия – отрасль прогрессивная. Ростов н/Д., 1982. 192 с.
2. *Гасанов Б.Г., Ефимов А.Д.* Активация диффузионных процессов при двухступенчатом спекании порошковых биметаллических материалов // Научно-технические ведомости СПбГТУ. Сер. Наука и образование. 2010. Т. 2, № 2(100). С. 154 – 158.
3. *Сиротин П.В.* Структурообразование, свойства и технологии получения легированных порошковых сталей и деталей из них для буровых и цементировочных насосов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Новочеркасск, 2011.
4. *Боровский И.Б., Гуров К.П.* Процессы взаимной диффузии в сплавах. М., 1973. 359 с.
5. *Дорофеев В.Ю., Ланев С.М.* Кинетика нагрева порошковых заготовок токами высокой частоты // Исследования в области горячего прессования в порошковой металлургии: Тр. НИИ. Новочеркасск, 1988.
1. *Dorofeev Yu.G., Ustimenko V.I.* Poroshkovaya metallurgiya - otrasl' progressivnaya. Rostov n/D., 1982. 192 s.
2. *Gasanov B.G., Efimov A.D.* Aktivaciya diffuzionnyh processov pri dvuhstupenchatom spekanii poroshkovykh bimetallicheskih materialov // Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGTU. Ser. Nauka i obrazovanie. 2010. T. 2, № 2(100). S. 154 - 158.
3. *Sirotnin P.V.* Strukturoobrazovanie, svojstva i tehnologii polucheniya legirovannykh poroshkovykh stalej i detalej iz nih dlya burovyyh i cementirovochnyyh nasosov: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. Novocherkassk, 2011.
4. *Borovskij I.B., Gurov K.P.* Processy vzaimnoj diffuzii v splavah. M., 1973. 359 s.
5. *Dorofeev V.Yu., Lapeev S.M.* Kinetika nagreva poroshkovykh zagotovok tokami vysokoj chastoty // Issledovaniya v oblasti goryachego pressovaniya v poroshkovoj metallurgii: Tr. NPI. Novocherkassk, 1988.



1988. С. 63 – 73.
6. Гасанов Б.Г., Ефимов А.Д. Влияние пористости на параметры индукционного нагрева биметаллических порошковых изделий // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2008. № 6. С. 89 – 91.
  7. Гасанов Б.Г. Взаимная диффузия и гомогенизация в порошковых сплавах. Новочеркасск, 2002. 113 с.
  8. Ефимов А.Д. Разработка технологии производства порошковых биметаллических материалов с износостойким рабочим слоем: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Новочеркасск, 2010.
  9. Герцирикен С.Д., Дехтяр И.Я. Диффузия в металлах и сплавах в твердой фазе. М., 1964.
- S. 63 - 73.
  6. Gasanov B.G., Efimov A.D. Vliyanie poristosti na parametry indukcionnogo nagreva bimetallchisekih poroshkovykh izdelij // Izv. vuzov. Sev.-Kavk. region. Tehn. nauki. 2008. № 6. S. 89 - 91.
  7. Gasanov B.G. Vzaimnaya diffuziya i gomogenizaciya v poroshkovykh splavah. Novocherkassk, 2002. 113 s.
  8. Efimov A.D. Razrabotka tehnologii proizvodstva poroshkovykh bimetallchieskih materialov s iznosostojkim rabochim sloem: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. Novo-cherkassk, 2010.
  9. Gerciriken S.D., Dehtyar I.Ya. Diffuziya v metallah i splavah v tverdoj faze. M., 1964.

Поступила в редакцию

6 февраля 2013 г.

УДК 621.762:519.87

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТАКТНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОРОШКОВОГО МАТЕРИАЛА

© 2013 г. К.К. Гладун, С.Н. Егоров, Л.Н. Столяр

Гладун Кирилл Кириллович – канд. техн. наук, доцент, кафедра «Математика», Волгодонский инженерно-технический институт автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный ядерный исследовательский университет «МИФИ».

Егоров Сергей Николаевич – д-р техн. наук, профессор, учебный центр «Волгодонскстрой». E-mail: yegorov50@mail.ru

Столяр Людмила Николаевна – ст. преподаватель, кафедра «Математика», Волгодонский инженерно-технический институт автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный ядерный исследовательский университет «МИФИ».

Gladun Kirill Ririllovich – Candidate of Technical Sciences, assistant professor, department «Mathematics» of Volgodonsk Engineering and Technology Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «National Research Nuclear University «МЕРН».

Yegorov Sergey Nicolaevich – Doctor of Technical Sciences, professor of Learning Center «Volgodonskstroj». E-mail: yegorov50@mail.ru

Stolyar Liudmila Nicolaevna – senior lector, department «Mathematics» of Volgodonsk Engineering and Technology Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «National Research Nuclear University «МЕРН».

*Предложена математическая модель развития контактного сечения с качественным межчастичным сращиванием при уплотнении порошкового материала. Экспериментально подтверждена адекватность предложенной модели.*

**Ключевые слова:** контактное сечение; сращивание; пористость; электрическое сопротивление.

*Mathematical model of the development of the contact section with high quality interparticle joining is proposed. Experimentally the adequacy of the proposed model is confirmed.*

**Keywords:** contact section; joining; porosity; electric resistance.

### Литература

1. Косторнов А.Г., Галстян Л.Г. Контактные явления в пористых волоконных материалах // Порошковая металлургия. 1983. № 5. С. 34 – 40.
  2. Взаимосвязь электропроводности спеченных композиций и дисперсности исходных компонентов/ Ю.П. Заричняк, С.С. Орданьян, А.Н. Соколов [и др.] // Порошковая металлургия. 1988. № 6. С. 46 – 51.
  3. Разрыв контактов при низкотемпературном спекании / С.С. Кипарисов, А.А. Нуждин, С.Э. Зеер [и др.] // Порошковая металлургия. 1988. № 8. С. 35 – 39.
  4. Егоров С.Н., Шубин А.П., Томилин С.А., Маневич В.В. Математическая модель формирования контактного сечения порошкового материала // Теория и практика изготовления порошковых и композиционных
1. Kostornov A.G., Galstyan L.G. Kontaktnye yavleniya v poristykh voloknovykh materialah // Poroshkovaya metallurgiya. 1983. № 5. S. 34 - 40.
  2. Vzaimosvyaz' `elektroprovodnosti spechennykh kompozitsij i dispersnosti ishodnykh komponentov/ Yu.P. Zarichnyak, S.S. Ordan'yan, A.N. Sokolov [i dr.] // Poroshkovaya metallurgiya. 1988. № 6. S. 46 - 51.
  3. Razryv kontaktov pri nizkotemperaturnom spekanii / S.S. Kiparisov, A.A. Nuzhdin, S. E. Zeer [i dr.] // Poroshkovaya metallurgiya. 1988. № 8. S. 35 - 39.
  4. Egorov S.N., Shubin A.P., Tomilin S.A., Manevich V.V. Matematicheskaya model' formirovaniya kontaktного secheniya poroshkovogo materiala // Teoriya i praktika izgotovleniya poroshkovykh i kompozitsionnykh materi-

- онных материалов и изделий: сб. науч. тр. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. Новочеркасск, 2002. С. 60 – 64.
5. Берштейн М.Л. Структура деформированных металлов. М., 1977. 432 с.
  6. Диаграммы горячей деформации, структура и свойства сталей: справ. изд. / М.Л. Берштейн, С.В. Добаткин, Л.М. Капуткина [и др.]. М., 1989. 544 с.
  7. Литвинова Т.А., Егоров С.Н. Формирование порошковой стали в условиях электроконтактного уплотнения // Изв. вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2009. № 2. С. 20 – 22.
  8. Литвинова Т.А., Егоров С.Н. Влияние технологических режимов электроконтактного уплотнения на пористость порошковой стали // Изв. вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2010. № 1. С. 28 – 30.
5. alov i izdelij: sb. nauch. tr. / Yuzh.-Ros. gos. tehn. un-t. NovoCherkassk, 2002. S. 60 - 64.
  5. Bernshtejn M.L. Struktura deformirovannyh metallov. M., 1977. 432 s.
  6. Diagrammy goryachej deformacii, struktura i svojstva stalej: sprav. izd. / M.L. Bershtejn, S.V. Dobatkin, L.M. Kaputkina [i dr.]. M., 1989. 544 s.
  7. Litvinova T.A., Egorov S.N. Formirovanie poroshkovoј stali v usloviyah `elektrokontaktnogo uplotneniya // Izv. vuzov. Poroshkovaya metallurgiya i funkcional'nye pokrytiya. 2009. № 2. S. 20 - 22.
  8. Litvinova T.A., Egorov S.N. Vliyanie tehnologicheskikh rezhimov `elektrokontaktnogo uplotneniya na poristost' poroshkovoј stali // Izv. vuzov. Poroshkovaya metallurgiya i funkcional'nye pokrytiya. 2010. № 1. S. 28 - 30.

Поступила в редакцию

20 мая 2013 г.

УДК 621.762.002

## ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ФЕРРОМАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В МАГНИТООЖИЖЕННОМ СЛОЕ

© 2013 г. И.Н. Егоров, Н.Я. Егоров, А.И. Черный

Егоров Иван Николаевич – канд. техн. наук, доцент, кафедра «Физика», Донской государственный технический университет. E-mail: [Stork@pi.sfedu.ru](mailto:Stork@pi.sfedu.ru)

Egorov Ivan Nikolaevich – Candidate of Technical Sciences, assistant professor, department «Physics», Don State Technical University. E-mail: [Stork@pi.sfedu.ru](mailto:Stork@pi.sfedu.ru)

Егоров Николай Яковлевич – канд. техн. наук, доцент, кафедра ЭИПМ, Южный федеральный университет. E-mail: [nyegorov@sfedu.ru](mailto:nyegorov@sfedu.ru)

Egorov Nikolay Yakovlevich – Candidate of Technical Sciences, assistant professor, department EaAM, Southern Federal University. E-mail: [nyegorov@sfedu.ru](mailto:nyegorov@sfedu.ru)

Черный Александр Игоревич – студент, факультет МИФ, Южный федеральный университет. E-mail: [achernyi@sfedu.ru](mailto:achernyi@sfedu.ru)

Chernyi Aleksandr Igorevich – student, faculty MIP, Southern Federal University. E-mail: [achernyi@sfedu.ru](mailto:achernyi@sfedu.ru)

*Показано, что использование электромагнитного воздействия при измельчении материала феррита стронция в бильной мельнице позволило существенно интенсифицировать процесс помола, повысить однородность распределения частиц по размерам и их активность за счет создания микроискажений кристаллической решетки.*

**Ключевые слова:** механическое измельчение; порошки ферромагнитных материалов; дисперсный состав; микроструктура.

*The paper shows, that the application of electromagnetic effect to strontium ferrite milling process in beater mill allowed to intensify the milling, to increase the uniformity of particle size distribution and their activity by means of creating lattice microdistortions.*

**Keywords:** mechanical milling; powders of magnetic materials; grain size distribution; microstructure.

### Литература

1. Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю., Комарницкий Г.В. Процессы порошковой металлургии: в 2 т. Т. 1: Производство металлических порошков. М., 2001. 368 с.
2. Дорофеев Ю.Г., Дорофеев В.Ю., Бабец А.В. Теория получения металлических порошков и их формования. Новочеркасск, 1999. 144 с.
3. Андреев В.Г., Канева И.И., Подгорная С.В., Тихонов А.Н. Исследование влияния длительности измельчения порошков гексаферрита стронция на микроструктуру и свойства магнитов на их основе // Материалы электронной техники. 2010. № 2. С. 43 – 47.
4. Способ измельчения магнитных материалов и устройство для его осуществления: пат. 2306180 РФ. / И.Н. Егоров,
1. Libenson G.A., Lopatin V.Yu., Komarnickij G.V. Processy poroshkovoј metallurgii: v 2 t. T. 1: Proizvodstvo metallicheskih poroshkov. M., 2001. 368 s.
2. Dorofeev Yu.G., Dorofeev V.Yu., Babec A.V. Teoriya polucheniya metallicheskih poroshkov i ih formovaniya. NovoCherkassk, 1999. 144 s.
3. Andreev V.G., Kaneva I.I., Podgornaya S.V., Tihonov A.N. Issledovanie vliyaniya dlitel'nosti izmel'cheniya poroshkov geksaferrita stronciya na mikrostrukturu i svojstva magnetov na ih osnove // Materialy `elektronnoj tehniki. 2010. № 2. S. 43 - 47.
4. Sposob izmel'cheniya magnitnyh materialov i ustrojstvo dlya ego osuschestvleniya: pat. 2306180 RF. / I.N. Ego-

- С.И. Егорова, Ю.М. Вернигоров. № 2006103313/03; заявл. 06.02.2006; опублик. 20.09.2007. Бюл. № 26. 2 с.
5. *Егоров И.Н., Егоров Н.Я., Лянгузов Н.В.* Тонкое измельчение ферромагнитных материалов в бильной мельнице // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2011. № 1. С. 89 – 92.
6. *Егорова С.И.* Магнитовибрационное ожигение. Ростов н/Д., 2009. 162 с.
7. *Бублик В.Т., Дубровина А.Н.* Методы исследования структуры полупроводников и металлов. М., 1987. 272 с.
8. *Кривоглаз М.А.* Дифракция рентгеновских лучей и нейтронов в неидеальных кристаллах. Киев, 1983. 408 с.
9. *Горелик С.С., Расторгуев Л.Н., Скаков Ю.А.* Рентгенографический и электроннооптический анализ. М., 1970. 366 с.
- rov, S.I. Egorova, Yu.M. Vernigorov. № 2006103313/03; yayavl. 06.02.2006; publ. 20.09.2007. Byul. № 26. 2 s.
5. *Egorov I.N., Egorov N.Ya., Lyanguzov N.V.* Tonkoe izmel'chenie ferromagnitnyh materialov v bil'noj mel'nice // Izv. vuzov. Sev.-Kavk. region. Tehn. nauki. 2011. № 1. S. 89 - 92.
6. *Egorova S.I.* Magnitovibracionnoe ozhizhenie. Rostov n/D., 2009. 162 s.
7. *Bublik V.T., Dubrovina A.N.* Metody issledovaniya struktury poluprovodnikov i metallov. M., 1987. 272 s.
8. *Krivoglaz M.A.* Difrakciya rentgenovskih luchej i nejtronov v neideal'nyh kristallah. Kiev, 1983. 408 s.
9. *Gorelik S.S., Rastorguev L.N., Skakov Yu.A.* Rentgenograficheskij i `elektronnoopticheskij analiz. M., 1970. 366 s.

---

*Поступила в редакцию*

*8 апреля 2013 г.*

---

**МАШИНОСТРОЕНИЕ**

УДК 62-83(075.8):[621:313+621.226]

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ  
ГИДРОПРИВОДНЫХ СИСТЕМ С ТЕПЛОВЫМИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ  
ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ**© 2013 г. *А.И. Озерский*

*Озерский Анатолий Иванович* – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Теплоэнергетика и прикладная гидромеханика», Донской государственной технической университет. E-mail: kaf\_ [tepenergo@iem.donstu.ru](mailto:tepenergo@iem.donstu.ru)

*Ozerskiy Anatoliy Ivanovich* – Candidate of Technical Sciences, assistant professor, head of department «Power System and Applied Hydromechanics», Donskoy State Technical University. E-mail: kaf\_ [tepenergo@iem.donstu.ru](mailto:tepenergo@iem.donstu.ru)

*Излагаются методология и результаты моделирования динамических режимов работы сложных гидроприводных систем, оснащённых первичными источниками энергии двух типов: двигателями внутреннего сгорания и электрическими двигателями, работающими в тяжёлых условиях эксплуатации. Последние совместно с гидроприводными системами моделируются как единые тепло-электрогидромеханические системы, оптимальное управление которыми может быть осуществлено на основе мехатронного подхода и принципа максимума Л.С. Понтрягина.*

*Ключевые слова:* моделирование; динамические режимы работы; гидроприводные системы; тепловые и электрические источники энергии.

*Are stated methodology and results of modeling of dynamic modes of operations complex hydraulic drive systems equipped with primary sources of energy of two types: by engines of internal combustion and electric motors working in heavy conditions of operation. Last together with hydraulic drive systems are simulated as uniform power electrohydromechanical system, the optimum control with which can be carried out on a basis mechatronics of the approach and principle of a maximum L.S. Pontryagin.*

*Keywords:* modeling; dynamic modes of operations; hydraulic drive systems; thermal and electrical sources of energy.

**Литература**

11. *Озерский А.И., Бабенков Ю.И., Шошиашвили М.Э.* Перспективные направления развития силового гидравлического привода // Изв. вузов. Сев-Кавк. регион. Техн. науки. 2008. № 6. С. 55 – 61.
2. *Озерский А.И., Полухин Д.А., Сизонов В.С.* Исследование одномерных движений жидких сред с контактными разрывами в магистральных, содержащих насосы // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт. 1979. № 2. С. 143 – 150.
3. *Озерский А.И.* Применение подхода Лагранжа к решению задач динамики гидравлических систем гидроприводных и теплоэнергетических установок // Вестн. Донского государственного технического университета. 2010. Т. 10, № 6 (49) С. 914 – 924.
4. *Озерский А.И.* Модель гидромфуты с асинхронным электрическим двигателем // Изв. вузов. Сев-Кавк. регион. Техн. науки. 2011. № 5 С. 58 – 66.
5. *Озерский А.И.* Основы моделирования гидромфут, работающих в тяжёлых условиях эксплуатации // Изв. вузов. Сев-Кавк. регион. Техн. науки. 2012. №1. С. 105 – 113.
6. *Озерский А.И., Пустоветов М.Ю., Шошиашвили Е.М.* Компьютерное моделирование электрогидродинамического привода // Изв. вузов. Сев-Кавк. регион. Техн. науки. 2012. № 4. С. 48 – 55.
7. *Озерский А.И., Иванов И.А., Бабенков Ю.И.* Модель рабочего процесса дизеля на водотопливных эмульсиях // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. № 2011. № 6 С. 79 – 85.
1. *Ozerskiy A.I., Babenkov Yu.I., Shoshiashvili M. E.* Perspektivnye napravleniya razvitiya silovogo gidravlicheskogo privoda // Izv. vuzov. Sev-Kavk. region. Tehn. nauki. 2008. № 6. S. 55 - 61.
2. *Ozerskiy A.I., Poluhin D.A., Sizonov V.S.* Issledovanie odnomernykh dvizhenij zhidkikh sred s kontaktnymi razryvami v magistralyakh, soderzhaschih nasosy // Izv. AN SSSR. `Energetika i transport. 1979. № 2. C. 143 - 150.
3. *Ozerskiy A.I.* Primenenie podhoda Lagranzha k resheniyu zadach dinamiki gidravlicheskih sistem gidroprivodnyh i teplo`energeticheskikh ustanovok // Vestn. Donskogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta. 2010. T. 10, № 6 (49) S. 914 - 924.
4. *Ozerskiy A.I.* Model' gidromufity s asinhronnym `elektricheskim dvigatelem // Izv. vuzov. Sev-Kavk. region. Tehn. nauki. 2011. № 5 S. 58 - 66.
5. *Ozerskiy A.I.* Osnovy modelirovaniya gidromuft, rabotayuschih v tyazhelykh usloviyakh `ekspluatatsii // Izv. vuzov. Sev-Kavk. region. Tehn. nauki. 2012. №1. S. 105 - 113.
6. *Ozerskiy A.I., Pustovetov M.Yu., Shoshishvili E.M.* Komp'yuternoe modelirovanie `elektrogidrodinamicheskogo privoda // Izv. vuzov. Sev-Kavk. region. Tehn. nauki. 2012. № 4. S. 48 - 55.
7. *Ozerskiy A.I., Ivanov I.A., Babenkov Yu.I.* Model' rabocheho processa dizelya na vodotoplivnykh `emul'siyah // Izv. vuzov. Sev.-Kavk. region. Tehn. nauki. № 2011. № 6 S. 79 – 85.

8. *Озерский А.И.* Моделирования работы гидромфты с дизелем в тяжёлых условиях эксплуатации // Изв. вузов. Сев-Кавк. регион. Техн. науки. 2012. № 2. С. 77 – 84.

8. *Ozerskij A.I.* Modelirovaniya raboty gidromufy s dizelem v tyzhelyh usloviyah `ekspluacii // Izv. vuzov. Sev-Kavk. region. Tehn. nauki. 2012. № 2. S. 77 - 84.

***Поступила в редакцию***

***25 июля 2013 г.***

---

---

**ТРАНСПОРТ**

---

УДК 656.6

**КЛАССИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ  
С «ОРГАНИЗАЦИЕЙ МОСТИКА», ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ  
ПЛАВАНИЯ СУДНА В ПОРТОВЫХ ВОДАХ**© 2013 г. *А.В. Матохин*

*Матохин Александр Викторович* – капитан дальнего плавания, компания VSHIP's Glasgow, соискатель, Новороссийский морской государственный университет им. Ф.Ф. Ушакова. E-mail: xminivan@mail.ru

*Matokhin Aleksandr Viktorovich* – sea captain, company VSHIP's Glasgow, applicant, Novorossiysk State Marine University after Admiral F.F. Ushakov. E-mail: xminivan@mail.ru

*Предложена методология оценки и анализа рисков плавания судна в стесненных условиях с лоцманом и на подходе к точке приема лоцмана, взаимодействию команды мостика с лоцманом в процессе проводки и при работе с буксирами.*

*Ключевые слова:* лоцманская проводка; оценка рисков; управление рисками; организация работы команды мостика; цепь ошибок; плавание в портовых водах.

*In this article it was suggested the methodology of assessment and analyze of risks while navigating in congested conditions with pilot and while approaching to the pilot station, bridge team cooperation with the pilot during pilotage and with tugs.*

*Keywords:* pilotage; risk assessment; risk management; bridge team cooperation; chain of errors; navigating in port waters.

**Литература**

1. Annex to IMO resolution A.893 (21). Guidelines for Voyage Planning. London: IMO, 25 of November, 1999. P. 5.
1. *Песков Ю.А.* Руководство по «организации мостика» для судов: учеб. пособие; в 3 т. Том 1. Новороссийск, 2002. С. 146, Т. 2. 132 с. Т. 3. 126 с.
3. *Песков Ю.А.* Системы управления безопасностью в морском судоходстве. Новороссийск, 2002. 126 с.
4. VMS – VSHIP's vessel management system.-Glasgow; VSHIP's Management Company, 2012 (5- th Edition).
5. *Герман-Шахлы Ю.Г., Лицкевич А.П.* Имитационное моделирование надежности оператора с учетом параметра загрузки / НГМА. Новороссийск, 2003. 21 с.
6. *Тарасов А.Г.* Человеческий фактор и риск в системе «Оператор–машина» // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях: науч.-техн. сб. тр. МЧС. 1997. Вып. 10. С. 72 – 79.
7. *Баранов Ю.К., Гаврюк М.И., Логиновский В.А., Песков Ю.А.* Навигация: учебник для высших морских учебных заведений. СПб., 1997. 511 с.
1. Annex to IMO resolution A.893 (21). Guidelines for Voyage Planning. London: IMO, 25 of November, 1999. P. 5.
2. *Peskov Yu.A.* Rukovodstvo po «organizacii mostika» dlya sudov: ucheb. posobie; v 3 t. Tom 1. Novorossiysk, 2002. S. 146, T. 2. 132 s. T. 3. 126 s.
3. *Peskov Yu.A.* Sistemy upravleniya bezopasnost'yu v morskome sudohodstve. Novorossiysk, 2002. 126 s.
4. VMS - VSHIP's vessel management system.-Glasgow; VSHIP's Management Company, 2012 (5- th Edition).
5. *German-Shahly Yu.G., Lickevich A.P.* Imitacionnoe modelirovanie nadezhnosti operatora s uchetom parametra zagruzhennosti / NGMA. Novorossiysk, 2003. 21 s.
6. *Tarasov A.G.* Chelovecheskij faktor i risk v sisteme «Operator-mashina» // Problemy bezopasnosti pri chrezvychajnyh situacijah: nauch.-tehn. sb. tr. MChS. 1997. Vyp. 10. S. 72 - 79.
7. *Baranov Yu.K., Gavryuk M.I., Loginovskij V.A., Peskov Yu.A.* Navigaciya: uchebnik dlya vysshih morskikh uchebnyh zavedenij. SPb., 1997. 511 s.

---

*Поступила в редакцию**13 мая 2013 г.*

---

---

**СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА**

---

УДК 691-4

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА В КАЧЕСТВЕ  
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**© 2013 г. *И.Л. Верховинский, Е.Ю. Яблонский*

*Верховинский Иван Леонидович* – аспирант, Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). Тел. (86352) 55-4-22.

*Verkhovinskij Ivan Leonidovich* – aspirant, South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). Ph. (86352) 55-4-22.

*Яблонский Евгений Юрьевич* – студент, кафедра «Тепловые электрические станции и теплотехника», Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). Тел. 8(863-52) 55-2-18.

*Jablonskij Eugenij Yurievich* – student, department «Thermal power stations and thermal engineering» South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). Ph. 8(863-52) 55-2-18.

*Рассмотрено применение пенополистирола как способ энергосбережения в строительстве. Приведены преимущества пенополистирола по сравнению с другими материалами. Доказана экономичность пенополистирола.*

*Ключевые слова:* пенополистирол; теплоизоляционные материалы; экономия тепловой энергии; сокращение стоимости отопительного оборудования; повышение экологической безопасности; повышение температурного комфорта помещения; сокращение расходов на монтажные и строительные работы.

*This article considers such method of energy saving, as using of polystyrene foam in the building. The advantages of polystyrene foam in comparison with other materials are shown. The economic efficiency of polystyrene foam is proved.*

*Keywords:* polystyrene foam; heat-insulating materials; saving of heat energy; reduction in the cost of heating equipment; increase of ecological safety; increase of temperature comfort of rooms; the reduction of expenses for building and construction work.

**Литература**

1. СНиП 23-02-2003 Приложение Г. Тепловая защита зданий / Госстрой России. М., 2003.

1. SNiP 23-02-2003 Prilozhenie G. Teplovaya zaschita zdaniy / Gosstroj Rossii. M., 2003.

---

**Поступила в редакцию****6 мая 2013 г.**

---

УДК 725.3

**РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ  
ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ  
ОРГАНИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ РОСТОВА-на-ДОНУ**© 2013 г. *П.Я. Клименко*

*Клименко Пётр Яковлевич* – ассистент, кафедра «Графика и информационные технологии в архитектурном проектировании», Южный федеральный университет. E-mail: p-e-t-e-r@ya.ru

*Klimenko Peter Yakovlevich* – assistant, department «Graphics and Information Technology in Architectural Design», Southern Federal University. E-mail: p-e-t-e-r@ya.ru

*Приведен ретроспективный обзор становления и развития складского хозяйства Ростовской области и сформулирован ряд рекомендаций по совершенствованию логистической инфраструктуры, а также архитектурно-пространственной организации транспортно-логистических комплексов локального и регионального значения.*

*Ключевые слова:* логистические комплексы; склады; Ростовская область; архитектурно-пространственная организация.

*The article is devoted to retrospective review of establishing and development of warehousing in Rostov region. A number of recommendations relating to logistics infrastructure improvement as well as architectural spatial organization of the transportation logistics complexes of local and regional levels are worked out in the article.*

*Keywords:* logistics complexes; warehouses; Rostov region; architectural spatial organization.

### Литература

1. *Усачева Л.И.* Ростов-на-Дону в прошлом и настоящем. Ростов н/Д., 2004. 232 с.
2. *Волошинова Л.* Парамоновские склады: [история, архитектура (Ростов н/Д)]. Публикация в рамках проекта «Донская энциклопедия» // Молот. 2010. 16 июня. С. 8.
3. *Чернов А.* Южный темперамент. Логистика в Ростове-на-Дону // NERS.ru. 2007. URL: <http://news.ners.ru/digest/yuzhnytemperament-logistika-v-rostove-na-donu.html> (дата обращения: 06.03.2013).
4. Аэропорт «Южный»: нужный или ненужный? // Ростов-Дом. 2012. URL: <http://rostov-dom.info/2012/11/aeroport-yuzhnyj-nuzhnyj-ili-nenuzhnyj/> (дата обращения 12.03.2013).
5. *Клименко П.Я.* Современные тенденции в архитектурных решениях транспортно-логистических комплексов [Электронный ресурс] // Архитектон: известия вузов. 2012. № 2(38). Режим доступа: [http://archvuz.ru/2012\\_2/4](http://archvuz.ru/2012_2/4)
1. *Usacheva L.I.* Rostov-na-Donu v proshlom i nastoyaschem. Rostov n/D., 2004. 232 s.
2. *Voloshinova L.* Paramonovskie sklady: [istoriya, arhitektura (Rostov n/D)]. Publikaciya v ramkah proekta «Donskaya `enciklopediya» // Molot. 2010. 16 iyunya. S. 8.
3. *Chernov A.* Yuzhnyj temperament. Logistika v Rostove-na-Donu // NERS.ru. 2007. URL: <http://news.ners.ru/digest/yuzhnytemperament-logistika-v-rostove-na-donu.html> (data obrascheniya: 06.03.2013).
4. A `eroport «Yuzhnyj»: nuzhnyj ili nenuzhnyj? // Rostov-Dom. 2012. URL: <http://rostovdom.info/2012/11/aeroport-yuzhnyj-nuzhnyj-ili-nenuzhnyj/> (data obrascheniya 12.03.2013).
5. *Klimenko P.Ya.* Sovremennyye tendencii v arhitekturnyh resheniyah transportno-logisticheskikh kompleksov [Elektronnyj resurs] // Arhitekton: izvestiya vuzov. 2012. № 2(38). Rezhim dostupa: [http://archvuz.ru/2012\\_2/4](http://archvuz.ru/2012_2/4)

**Поступила в редакцию**

**10 апреля 2013 г.**



## ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

УДК 626.823.004:532.5

### ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КРИТЕРИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КРУПНЫХ КАНАЛОВ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА

© 2013 г. Ю.М. Косиченко, Е.Г. Угроватова

Косиченко Юрий Михайлович – д-р техн. наук, профессор, зам. директора по науке, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации». Тел. (863)26-51-11. E-mail: [rosniipm@novoch.ru](mailto:rosniipm@novoch.ru)

Kosichenko Yury Mikhaylovich – Doctor of Technical Sciences, professor, Deputy Director for Science, FSSE «Russian scientific research institute of problems of amelioration». Ph. (863)26-51-11. E-mail: [rosniipm@novoch.ru](mailto:rosniipm@novoch.ru)

Угроватова Евгения Геннадьевна – ст. преподаватель, кафедра ВХИСЗОС, Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). E-mail: [jenuaugrovatova@rambler.ru](mailto:jenuaugrovatova@rambler.ru)

Ugrovatova Evgenia Geenadyevna – senior teacher, department VHSZOS, South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). E-mail: [jenuaugrovatova@rambler.ru](mailto:jenuaugrovatova@rambler.ru)

*На основе анализа опыта эксплуатации сформулированы критерии функционирования каналов переброски стока по пропускной способности русел, допускаемым скоростям, коэффициенту полезного действия и показателю технического состояния. На базе известных формул И.И. Агроскина и А.Д. Альтшуля для определения коэффициента Шези с использованием натуральных данных для одного из крупных каналов юга России получены усовершенствованные расчетные зависимости, которые сопоставлены с другими известными формулами.*

**Ключевые слова:** крупные каналы; критерии функционирования; коэффициент Шези.

*In this work operation criteria of the runoff diversion channels by the delivery capacity of river beds, admissible speeds, coefficients of efficiency and the technical condition indicator were formulated based on the analysis of operating experience. Based on the well-known I.I. Agroskin's and A. D. Altshulja's formulae for the definition of the Shezi coefficient, improved calculation dependences were obtained with the use of full-sized data for the one of the largest channels of the south of Russia. Our equations were also compared with the other known formulae.*

**Keywords:** large channels; operation criteria; Shezi coefficient.

#### Литература

1. Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2009 году: стат. сб. М., 2010. 372 с.
2. Алтунин В.С. Мелиоративные каналы в земляном русле. М., 1979. 255 с.
3. Карасев И.Ф. Русловые процессы при переброске стока. Л., 1975. 288 с.
4. Железняков Г.В. Пропускная способность русел каналов и рек. Л., 1981. 311 с.
5. Миричулава Ц.Е. О надежности крупных каналов. М., 1981. 318 с.
6. Косиченко Ю.М. Каналы переброски стока России. Новочеркасск, 2004. 470 с.
7. Вероятностная модель эксплуатационной надежности крупных каналов / Ю.М. Косиченко [и др.] // Гидротехническое строительство, 2007. № 12. С. 39 – 45.
8. Косиченко Ю.М. Закономерности изменения гидравлических сопротивлений земляных русел при эксплуатации // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2011. № 4.
9. Айвазян О.М. Зона гидравлического сопротивления земляных каналов // Гидротехническое строительство. 1987. № 11, С. 54 – 58.
10. Зегжда А.П. Гидравлические потери на трение в каналах и трубопроводах. Л.; М., 1957. 287 с.
1. Vodnye resursy i vodnoe hozyajstvo Rossii v 2009 godu: stat. sb. M., 2010. 372 s.
2. Altunin V.S. Meliorativnye kanaly v zemlyanom rusle. M., 1979. 255 s.
3. Karasev I.F. Ruslovye processy pri perebroske stoka. L., 1975. 288 s.
4. Zheleznyakov G.V. Propusknaya sposobnost' rusel kanalov i rek. L., 1981. 311 s.
5. Mirchulava C.E. O nadezhnosti krupnyh kanalov. M., 1981. 318 s.
6. Kosichenko Yu.M. Kanaly perebroski stoka Rossii. Novocherkassk, 2004. 470 s.
7. Veroyatnostnaya model' `ekspluatacionnoj nadezhnosti krupnyh kanalov / Yu.M. Kosichenko [i dr.] // Gidrotehnicheskoe stroitel'stvo, 2007. № 12. S. 39 - 45.
8. Kosichenko Yu.M. Zakonomernosti izmeneniya gidravlicheskih soprotivlenij zemlyanyh rusel pri `ekspluatatsii // Izv. vuzov. Sev.-Kavk. region. Tehn. nauki. 2011. № 4.
9. Ajvazyan O.M. Zona gidravlicheskogo soprotivleniya zemlyanyh kanalov // Gidrotehnicheskoe stroitel'stvo. 1987. № 11, S. 54 - 58.
10. Zegzhda A.P. Gidravlicheskie poteri na trenie v kanalakh i truboprovodah. L.; M., 1957. 287 s.

11. Гидравлические потери на трение в водоводах электростанций / А.Д. Альтшуль [и др.]. М., 1985. 104 с.
12. *Косиченко Ю.М.* Гидравлика мелиоративных каналов. Новочеркасск, 1992. 175 с.
13. *Мамедов А.Ш.* О расчете коэффициента Шези речного.
11. *Gidravlicheskie poteri na trenie v vodovodah `elektrostancij / A.D. Al'tshul' [i dr.].* M., 1985. 104 s.
12. *Kosichenko Yu.M.* *Gidravlika meliorativnyh kanalov.* Novocherkassk, 1992. 175 s.
13. *Mamedov A.Sh.* *O raschete ko`efficienta Shezi rechnogo*

Поступила в редакцию

27 мая 2013 г.

УДК 532.543

## РЕШЕНИЕ ПЛАНОВЫХ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛОСКОСТИ ГОДОГРАФА СКОРОСТИ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ РАДИАЛЬНОГО РАСТЕКАНИЯ БУРНОГО ПОТОКА

© 2013 г. *В.Н. Коханенко, Н.Г. Папченко*

*Коханенко Виктор Николаевич* – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Механика и оборудование процессов пищевых производств», Донской государственной аграрный университет. Тел. 8 (86352)-3-55-21.

*Kohanenko Victor Nikolaevich* – Doctor of Technical Sciences, professor, head of department «Mechanics and the Equipment of Processes of Food Manufactures», Donskoy State Agrarian University. Ph. 8 (86352)-3-55-21.

*Папченко Наталья Геннадиевна* – ст. преподаватель, кафедра «Механика и оборудование процессов пищевых производств», Донской государственной аграрный университет. Тел. 8(928) 607-53-70.

*Papchenko Natalia Gennadievna* – senior lector, department «Mechanics and the Equipment of Processes of Food Manufactures», Donskoy State Agrarian University. Ph. 8(928) 607-53-70.

*Сравниваются результаты решения задачи радиального растекания бурного потока двумя методами (в физической плоскости и плоскости годографа скорости) и формулируется общая технология решения плановых задач с использованием плоскости годографа скорости, которые не решаются аналитически непосредственно в физической плоскости.*

*Ключевые слова:* плановая задача; плоскость годографа скорости; радиальное растекание; бурный поток.

*The work compares the results of the task radial spreading turbulent flow of the two methods (in the physical plane and the plane of the hodograph speed) and formulates a General technology solutions scheduled tasks using the hodograph plane speed, which cannot be solved analytically directly on the physical plane.*

*Keywords:* scheduled task; hodograph plane speed; radial spreading; rapid flow.

### Литература

1. *Емцев Б.Т.* Двухмерные бурные потоки. М., 1967. 212 с.
2. *Коханенко В.Н.* Моделирование одномерных и двухмерных открытых водных потоков: монография. Ростов н/Д., 2007. 168 с.
1. *Emcev B.T.* *Dvuhmernye burnye potoki.* M., 1967. 212 s.
2. *Kohanenko V.N.* *Modelirovanie odnomernyh i dvuhmernyh otkrytyh vodnyh potokov: monografiya.* Rostov n/D., 2007. 168 s.

Поступила в редакцию

11 февраля 2013 г.

## ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 541.136.5

### МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕМКОСТИ НИКЕЛЬ-КАДМИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ФИРМЫ SAFT КОРОТКОГО РЕЖИМА РАЗРЯДА

© 2013 г. *Н.Е. Галушкин, Н.Н. Язвинская, Д.Н. Галушкин*

*Галушкин Николай Ефимович* – д-р техн. наук, профессор, кафедра «Радиоэлектронные системы», Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса. Тел. (86362) 2-20-37. E-mail: galushkinne@mail.ru

*Galushkin Nicolay Ephimovich* – Doctor of Technical Sciences, professor, South-Russian State University of the Economy and Service. Ph. (86362) 2-20-37. E-mail: galushkinne@mail.ru

*Язвинская Наталья Николаевна* – канд. техн. наук, доцент, кафедра «Информационные технологии в сервисе», Ростовский технологический институт сервиса и туризма (филиал) Южно-Российского государственного университета экономики и сервиса. E-mail: lionnat@mail.ru

*Yazvinskaya Nataliya Nikolatvna* – Candidate of Technical Sciences, assistant professor, Rostov Technological Institute of Services and Tourism (branch) South-Russian State University of the Economy and Service. E-mail: lionnat@mail.ru

*Галушкин Дмитрий Николаевич* – д-р техн. наук, профессор, кафедра «Прикладная информатика и математика», Новошахтинский филиал Южного федерального университета. Тел. (86369) 2-33-24, 2-34-43. E-mail: dmitrigal@rambler.ru

*Galushkin Dmitry Nikolaevich* – Doctor of Technical Sciences, professor, Novoshakhtinsk branch of Southern Federal University. Ph. (86369) 2-33-24, 2-34-43. E-mail: dmitrigal@rambler.ru

*Доказано, что для аккумуляторов фирмы SAFT стационарного применения короткого режима разряда эмпирические уравнения Коровина – Скундина, обобщенное уравнение Пейкертта, уравнение пористого электрода и интеграл вероятности описывают изменение емкости аккумуляторов при различных токах разряда при одних и тех же параметрах независимо от емкости исследуемых аккумуляторов.*

*Ключевые слова:* аккумулятор; никель-кадмиевый; эмпирические уравнения; емкость; ток разряда.

*It is proved that for SAFT accumulator batteries with a stationary application and a high rate of discharge, the following empiric equations: Korovin – Skundin's equation, generalised Peukert's equation, porous electrode equation, and probability integral describe the changes in the batteries' capacitance in the case of a complete range of change in discharge current with the same parameters, regardless of the capacitance of the batteries under study.*

*Keywords:* battery; nickel-cadmium; empiric equations; capacitance; discharge current.

### Литература

1. *Галушкин Н.Е., Язвинская Н.Н., Галушкин Д.Н.* Анализ использования эмпирических соотношений для оценки емкости никель-кадмиевых аккумуляторов фирмы SAFT длительного режима разряда // *Фундаментальные исследования*. 2012. №11(5). С. 1180 – 1185.
2. *Галушкин Н.Е., Язвинская Н.Н., Галушкин Д.Н.* Компьютерное моделирование зависимости емкости никель-кадмиевых аккумуляторов фирмы SAFT среднего режима разряда от тока разряда // *Изв. вузов Сев.-Кавк. регион. Техн. науки*. 2012. № 6. С. 123 – 126.
3. *Галушкин Н.Е., Язвинская Н.Н., Галушкин Д.Н.* Моделирование зависимости емкости никель-кадмиевых аккумуляторов от тока разряда // *Электрохимическая энергетика*. 2012. Т. 12, № 3. С.147 – 154.
4. *Галушкин Н.Е., Галушкина Н.Н.* Анализ эмпирических зависимостей, описывающих разряд щелочных аккумуляторов // *Электрохимическая энергетика*. 2005. Т. 5, № 1. С. 43 – 49.
5. *Peukert W.* Über die Abhängigkeit der Kapazität von der Entladestromstärke bei Bleiakumulatoren // *Elektrotechn. Z.* 1987. № 20. P. 56.
1. *Galushkin N.E., Yazvinskaya N.N., Galushkin D.N.* Analiz ispol'zovaniya `empiricheskikh sootnoshenij dlya ocenki emkosti nikel'-kadmievyyh akkumulyatorov firmy SAFT dlitel'nogo rezhima razryada // *Fundamental'nye issledovaniya*. 2012. №11(5). S. 1180 - 1185.
2. *Galushkin N.E., Yazvinskaya N.N., Galushkin D.N.* Komp'yuternoe modelirovanie zavisimosti emkosti nikel'-kadmievyyh akkumulyatorov firmy SAFT srednego rezhima razryada ot toka razryada // *Izv. vuzov Sev.-Kavk. region. Tehn. nauki*. 2012. № 6. S. 123 - 126.
3. *Galushkin N.E., Yazvinskaya N.N., Galushkin D.N.* Modelirovanie zavisimosti emkosti nikel'-kadmievyyh akkumulyatorov ot toka razryada // `Elektrohimicheskaya `energetika. 2012. T. 12, № 3. S.147 - 154.
4. *Galushkin N.E., Galushkina N.N.* Analiz `empiricheskikh zavisimostej, opisyyvayuschih razryad shchelochnyh akkumulyatorov <<http://elibrary.ru/item.asp?id=17095297>> // `Elektrohimicheskaya `energetika <<http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=978968>>. 2005. T. 5, № 1 <<http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=978968&selid=17095297>>. S. 43 - 49.
5. *Peukert W.* Über die Abhängigkeit der Kapazität von der Entladestromstärke bei Bleiakumulatoren // *Elektrotechn. Z.* 1987. № 20. P. 56.

6. Дасоян М.А., Агуф И.А. Основы расчета конструирования и технологии производства свинцовых аккумуляторов. Л., 1978. 150 с.
7. Агуф И.А. Некоторые вопросы теории пористого электрода и процессы, протекающие в свинцовом аккумуляторе // Сб. работ по ХИТ. Л., 1968. С. 87 – 100.
8. Коровин Н.В., Скундин А.М. Химические источники тока: справочник. М., 2003. 733 с.
9. Варыпаев В.Н., Дасоян М.А., Никольский В.А. Химические источники тока. М., 1990. 239 с.
10. Kaushik R., Mauston I.G. Discharge characterisation of bad/ acid batteries // J. Power sources. 1989. Vol. 28. С. 161 – 169.
11. Doerffel D., Sharkh S.A. A critical review of using the Peukert equation for determining the remaining capacity of lead-acid and lithium-ion batteries // J. Power Sources. 2006. Vol. 155. P. 395 – 400.
12. Galushkin N.E., Kudryavtsev Y.D. The Study of the Depth Electrochemical Processes Extend into Porous Electrodes // Russian journal of electrochemistry. 1994. Vol. 30, № 3. P. 344.
13. Кудрявцев Ю.Д., Галушкин Н.Е. Распределение среднего тока по глубине пористого оксидно-никелевого электрода // Электрохимия. 1997. Т. 33, № 5. С. 605 – 606.
14. Galushkin N.E. Research of distribution of mean current in nickel hydroxide porous electrode while polarizing with asymmetrical current // Portugal Electrochimica Acta. 1996. Vol. 14, № 12. P. 279 – 282.
15. Галушкин Н.Е., Галушкин Д.Н. Применение объемных электрофильтров для удаления металлов из сточных вод // Изв. вузов Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 1999. № 3. С. 123 – 126.
6. Dasoyan M.A., Aguf I.A. Osnovy rascheta konstruirovaniya i tehnologii proizvodstva svincovykh akkumulyatorov. L., 1978. 150 s.
7. Aguf I.A. Nekotorye voprosy teorii poristogo `elektroda i processy, protekayuschie v svincovom akkumulyatore // Sb. rabot po HIT. L., 1968. S. 87 - 100.
8. Korovin N.V., Skundin A.M. Himicheskie istochniki toka: spravochnik. M., 2003. 733 s.
9. Varypaev V.N., Dasoyan M.A., Nikol'skij V.A. Himicheskie istochniki toka. M., 1990. 239 s.
10. Kaushik R., Mauston I.G. Discharge characterisation of bad/ acid batteries // J. Power sources. 1989. Vol. 28. C. 161 - 169.
11. Doerffel D., Sharkh S.A. A critical review of using the Peukert equation for determining the remaining capacity of lead-acid and lithium-ion batteries // J. Power Sources. 2006. Vol. 155. P. 395 - 400.
12. Galushkin N.E., Kudryavtsev Y.D. The Study of the Depth Electrochemical Processes Extend into Porous Electrodes // Russian journal of electrochemistry. 1994. Vol. 30, № 3. P. 344.
13. Kudryavtsev Yu.D., Galushkin N.E. Raspredelenie srednego toka po glubine poristogo oksidno-nikelevogo `elektroda // `El-ektrohimiya. 1997. T. 33, № 5. S. 605 - 606.
14. Galushkin N.E. Research of distribution of mean current in nickel hydroxide porous electrode while polarizing with asymmetrical current // Portugal Electrochimica Acta. 1996. Vol. 14, № 12. P. 279 - 282.
15. Galushkin N.E., Galushkin D.N. Primenenie ob`emnyh `el-ektrofil'trov dlya udaleniya metallov iz stochnykh vod // Izv. vuzov Sev.-Kavk. region. Tehn. nauki. 1999. № 3. S. 123 - 126.

Поступила в редакцию

8 мая 2013 г.

УДК 547.792

## АЛКИЛИРОВАНИЕ 1-ЗАМЕЩЕННЫХ 3,5-ДИАМИНО-1,2,4-ТРИАЗОЛОВ

© 2013 г. А.Г. Мажарова, Р.С. Абагян, В.А. Таранушич, В.М. Чернышев

Мажарова Анна Геннадьевна – аспирант, кафедра «Технология неорганических и органических веществ», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). E-mail: [fghore@gmail.com](mailto:fghore@gmail.com)

Абагян Раиса Сергеевна – ведущий инженер, кафедра «Технология неорганических и органических веществ», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). E-mail: [abagyanraisa@mail.ru](mailto:abagyanraisa@mail.ru)

Таранушич Виталий Андреевич – д-р техн. наук, профессор, кафедра «Технология неорганических и органических веществ», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). E-mail: [taranushich@bk.ru](mailto:taranushich@bk.ru)

Чернышев Виктор Михайлович – д-р хим. наук, доцент, кафедра «Технология неорганических и органических веществ», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). E-mail: [chern13@vandex.ru](mailto:chern13@vandex.ru)

Mazharova Anna Gennadevna – post-graduate student, department «Technology of Inorganic and Organic Substances», South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). E-mail: [fghore@gmail.com](mailto:fghore@gmail.com)

Abagyan Raisa Sergeevna – chief engineer, department «Technology of Inorganic and Organic Substances», South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). E-mail: [abagyanraisa@mail.ru](mailto:abagyanraisa@mail.ru)

Taranushich Vitali' Andreevich – Doctor of Technical Sciences, professor, department «Technology of Inorganic and Organic Substances», South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). E-mail: [taranushich@bk.ru](mailto:taranushich@bk.ru)

Chernyshev Victor Mikhailovich – Doctor of Chemical Sciences, assistant professor, department «Technology of Inorganic and Organic Substances», South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). E-mail: [chern13@vandex.ru](mailto:chern13@vandex.ru)

Установлено, что при взаимодействии 1-замещенных 3,5-диамино-1,2,4-триазолов с алкилгалогенидами в нейтральных средах образуется смесь продуктов кватернизации с участием атомов N4 и N2 триазольного цикла, а также 3-аминогруппы. Предварительное ацилирование 3-аминогруппы приводит к увеличению селективности и образованию преимущественно продуктов кватернизации с участием атома N4. Разработан новый селективный метод синтеза 1,4-дизамещенных 3,5-диамино-1,2,4-триазолов алкилированием 1-замещенных 3-ацетиламино-5-амино-1,2,4-триазолов с последующим гидролизом ацетильной группы.

**Ключевые слова:** 3,5-диамино-1,2,4-триазолы; алкилгалогениды; алкилирование.

*It was found that the alkylation of 1-substituted 3,5-diamino-1,2,4-triazoles with alkyl halides under neutral conditions takes place at the atoms N2 and N4 of triazole cycle as well as at the 3-amino group. Preliminary acylation of the 3-amino group leads to increase of selectivity and predominant formation of N4-quaternized products. A new selective method for synthesis of 1,4-disubstituted 3,5-diamino-1,2,4-triazoles by alkylation of 1-substituted 3-acetylamino-5-amino-1,2,4-triazoles and subsequent hydrolysis of the acetyl group was developed.*

**Keywords:** 3,5-diamino-1,2,4-triazoles; alkyl halides; alkylation.

#### Литература

1. Curtis A.D.M., Jennings N. 1,2,4-Triazoles // Comprehensive Heterocyclic Chemistry III / Katritzky A.R., Ramsden C.A., Scriven E.F.V., Taylor R.J.K. Eds.; Elsevier: Oxford, 2008. Vol. 5. P. 159 – 209.
2. Garratt P.J. 1,2,4-Triazoles. In Comprehensive Heterocyclic Chemistry II / Katritzky A.R., Scriven E.F.V., Storr R.C. Eds.; Pergamon, 1996. Vol. 4. P. 127 – 163.
3. Anders E., Wermann K., Wiedel B. Van den Eynde J.-J. Highly Selective Alkylation of 5-Amino-1-methyl-1H-1,2,4-triazole with 1-(1-Chloroalkyl)pyridinium Chlorides under Formation of Novel Geminal Bis(heteroarylium) Salts: A Combined Experimental/MO-Theoretical Study // Lieb. Ann. 1997. № 4. P. 745 – 752.
4. Astakhov A.V., Zubatyuk R.I., Chernyshev V.M., Shishkin O.V. Methods and applications of computational chemistry: 3rd international symposium. Odesa, Ukraine. 28 June – 2 July 2009. P. 92.
5. Чернышев В.М., Соколов А.Н., Хорошкин Д.А., Таранушич В.А. 2-Амино-4,5,6,7-тетрагидро-1,2,4-триазоло[1,5-а] пиримидины: синтез и реакции с электрофильными реагентами // ЖОрХ. 2008. Т. 44, № 5. С. 724 – 731.
6. Voitekhovich Sergei V., Lyakhov Alexander S., Ivashkevich Ludmila S., Matulis Vadim E., Grigoriev Yury V., Gaponik Pavel N., Ivashkevich Oleg A. Regioselective alkylation of amino- and mercapto-1,2,4-triazoles with t-BuOH-HClO4// Tetrahedron. 2012. Vol. 68, № 52. P. 4962 – 4966.
7. Чернышев В.М. С-Амино-1,2,4-триазолы и конденсированные гетероциклические системы на их основе: синтез, особенности строения и реакционная способность: дис. ... д-ра хим. наук. Ростов н/Д., 2012. 351 с.
8. Steck E.A., Brundage R.P., Fletcher L.T. Some Guanazole Derivatives // J. Am. Chem. Soc. 1958. Vol. 80, № 15. P. 3929 – 3931.
9. Чернышев В.М., Ракитов В.А., Таранушич В.А., Блинов В.В. Ацил- и сульфонилопроизводные 3,5-диамино-1-Р-1,2,4-триазолов // ХГС. 2005. № 9. С. 1342 – 1350.
10. Chernyshev V.M., Mazharova A.G., Rybakov V.B. Acetyl-(5-amino-4-benzyl-1-phenyl-4H-1,2,4-triazol-1-ium-3-yl)azanide // Acta Cryst. 2011. Vol. E67. №. 4. P. 870 – 871.
1. Curtis A.D.M., Jennings N. 1,2,4-Triazoles // Comprehensive Heterocyclic Chemistry III / Katritzky A.R., Ramsden C.A., Scriven E.F.V., Taylor R.J.K. Eds.; Elsevier: Oxford, 2008. Vol. 5. P. 159 - 209.
2. Garratt P.J. 1,2,4-Triazoles. In Comprehensive Heterocyclic Chemistry II / Katritzky A.R., Scriven E.F.V., Storr R.C. Eds.; Pergamon, 1996. Vol. 4. P. 127 - 163.
3. Anders E., Wermann K., Wiedel B. Van den Eynde J.-J. Highly Selective Alkylation of 5-Amino-1-methyl-1H-1,2,4-triazole with 1-(1-Chloroalkyl)pyridinium Chlorides under Formation of Novel Geminal Bis(heteroarylium) Salts: A Combined Experimental/MO-Theoretical Study // Lieb. Ann. 1997. № 4. P. 745 - 752.
4. Astakhov A.V., Zubatyuk R.I., Chernyshev V.M., Shishkin O.V. Methods and applications of computational chemistry: 3rd international symposium. Odesa, Ukraine. 28 June - 2 July 2009. P. 92.
5. Chernyshev V.M., Sokolov A.N., Horoshkin D.A., Taramushich V.A. 2-Amino-4,5,6,7-tetrahydro-1,2,4-triazolo[1,5-a] piri-midi-diny: sintez i reakcii s `elektrofil'nymi reagentami // ZhOrH. 2008. T. 44, № 5. S. 724 - 731.
6. Voitekhovich Sergei V., Lyakhov Alexander S., Ivashkevich Ludmila S., Matulis Vadim E., Grigoriev Yury V., Gaponik Pavel N., Ivashkevich Oleg A. Regioselective alkylation of amino- and mercapto-1,2,4-triazoles with t-BuOH-HClO4// Tetrahedron. 2012. Vol. 68, № 52. P. 4962 - 4966.
7. Chernyshev V.M. С-Amino-1,2,4-triazoly i kondensirovannyye geterociklicheskie sistemy na ih osnove: sintez, osobennosti stroeniya i reakcionnaya sposobnost': dis. ... d-ra him. nauk. Rostov n/D., 2012. 351 s.
8. Steck E.A., Brundage R.P., Fletcher L.T. Some Guanazole Derivatives // J. Am. Chem. Soc. 1958. Vol. 80, № 15. P. 3929 - 3931.
9. Chernyshev V.M., Rakitov V.A., Taramushich V.A., Blinov V.V. Acil- i sulfonilproizvodnye 3,5-diamino-1-R-1,2,4-triazolov // HGS. 2005. № 9. S. 1342 - 1350.
10. Chernyshev V.M., Mazharova A.G., Rybakov V.B. Acetyl-(5-amino-4-benzyl-1-phenyl-4H-1,2,4-triazol-1-ium-3-yl)azanide // Acta Cryst. 2011. Vol. E67. №. 4. P. 870 - 871.

УДК 621.793-97:546.30-31

## ТЕРМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ОКСИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

© 2013 г. Ж.И. Беспалова, А.В. Храменкова, Ю.Д. Кудрявцев

Беспалова Жанна Ивановна – канд. хим. наук, доцент, кафедра «Химическая технология высокомолекулярных соединений, органическая, физическая и коллоидная химия», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). Тел. (8635)25-53-28.

Храменкова Анна Владимировна – аспирант, кафедра «Химическая технология высокомолекулярных соединений, органическая, физическая и коллоидная химия», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). Тел. (8635)25-53-28. E-mail: [annanpi@yandex.ru](mailto:annanpi@yandex.ru)

Кудрявцев Юрий Дмитриевич – д-р техн. наук, профессор, кафедра «Химическая технология высокомолекулярных соединений, органическая, физическая и коллоидная химия», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). Тел. (8635)24-12-83.

Bespalova Janna Ivanovna – Candidate of Chemical Science, assistant professor, department «Chemical Technology of Macromolecular Compounds, Organic, Physical and Colloid Chemistry», South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). Ph. (8635)25-53-28.

Khramenkova Anna Vladimirovna – post-graduate student, department «Chemical Technology of Macromolecular Compounds, Organic, Physical and Colloid Chemistry», South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). Ph. (8635)25-53-28. E-mail: [annanpi@yandex.ru](mailto:annanpi@yandex.ru)

Kudryavtsev Yuri Dmitrievich – Doctor of Technical Sciences, professor, department «Chemical Technology of Macromolecular Compounds, Organic, Physical and Colloid Chemistry», South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). Ph. (8635)24-12-83.

*Исследована термическая устойчивость композиционных покрытий на основе оксидных соединений переходных металлов, осажденных из водных растворов их солей на поверхности стали при поляризации переменным асимметричным током. Методом комплексного термического анализа установлено, что при нагревании от 50 до 800 °С не происходит процессов термодеструкции оксидных фаз, и покрытия сохраняют свою термическую стабильность.*

**Ключевые слова:** покрытия; термическая устойчивость; дифференциальная сканирующая калориметрия; термогравиметрия; эндотермический и экзотермический эффекты; потеря массы; термодеструкция; оксидные фазы.

*Thermal stability of composite coatings based on transition metals oxide compounds deposited on the surface of steel from aqueous solutions of their salts under polarization alternating asymmetrical current is investigated. In this paper using complex thermal analysis method is determined that there are no processes of oxide phases thermodestruction in the temperature range of 50 to 800°C and the coatings saves their thermal stability.*

**Keywords:** coatings; thermal stability; [differential scanning calorimetry](#); [thermogravimetric analysis](#); [endothermal](#) and [exothermic](#) effects; weight loss; oxide phases.

### Литература

1. Pan Z.W., Dai Z.R., Wang Z.I. Nanobelts of semiconducting oxides // Science. 2001. Vol. 9. P. 1947 – 1949.
2. Hu J.T., Odom T.W., Lieber C.M. Chemistry and physics in dimensions: synthesis and properties of nanowires and nanotubes // Acc. Chem. Res. 1999. Vol. 32. P. 435 – 445.
3. Li Y.B., Bando Y., Golberg D., Kurasima K. // Field emission from MoO<sub>3</sub> nanobelts. Appl. Phys. Lett. 2002. Vol. 81. P. 5048 – 5052.
4. Ressler T., Walter A., Huang Z.D., Bensch W. Structure and properties of a supported MoO<sub>3</sub>-SBA-15 catalyst for selective oxidation of propene // Journal of catalysis. 2008. Vol. 254. № 2. P. 170 – 179.
5. Wang G., Ji Y., Zhang L., Zhu Y. [et al.] Synthesis of molybdenum oxide nanoplatelets during crystallization of the precursor gel from its hybrid nanocomposites // Chem. Mater. 2007. Vol. 19. P. 979 – 981.
6. Prasada A.K., Kubinskin D.J., Gouma P.I. Comparison of sol-gel and ion beam deposited MoO<sub>3</sub> thin film gas sensors for selective ammonia detection // Sensors and
1. Pan Z.W., Dai Z.R., Wang Z.I. Nanobelts of semiconducting oxides // Science. 2001. Vol. 9. P. 1947 - 1949.
2. Hu J.T., Odom T.W., Lieber C.M. Chemistry and physics in dimensions: synthesis and properties of nanowires and nanotubes // Acc. Chem. Res. 1999. Vol. 32. P. 435 - 445.
3. Li Y.B., Bando Y., Golberg D., Kurasima K. // Field emission from MoO<sub>3</sub> nanobelts. Appl. Phys. Lett. 2002. Vol. 81. P. 5048 - 5052.
4. Ressler T., Walter A., Huang Z.D., Bensch W. Structure and properties of a supported MoO<sub>3</sub>-SBA-15 catalyst for selective oxidation of propene // Journal of catalysis. 2008. Vol. 254. № 2. P. 170 - 179.
5. Wang G., Ji Y., Zhang L., Zhu Y. [et al.] Synthesis of molybdenum oxide nanoplatelets during crystallization of the precursor gel from its hybrid nanocomposites // Chem. Mater. 2007. Vol. 19. P. 979 - 981.
6. Prasada A.K., Kubinskin D.J., Gouma P.I. Comparison of sol-gel and ion beam deposited MoO<sub>3</sub> thin film gas sensors for selective ammonia detection // Sensors and

- and Actuators B. 2003. Vol. 93. P. 25 – 30.
7. *Ивановская М.И., Гурло А.Ч., Лютынская Е.В., Романовская В.В.* Влияние условий термообработки на формирование парамагнитных центров молибдена в  $\text{MoO}_3$  // Журн. общей химии. 1997. Т. 67. Вып. 11. С. 1788 – 1794.
  8. *Сухарев Ю.И., Введенский П.В.* Реологические и сорбционные свойства и строение полимерных цепей оксигидрата ниобия // Изв. Челябинского науч. центра. 2000. Вып. 2. С. 62 – 66.
  9. *Аналикова Ю.И., Сухарев Ю.И., Крупнова Т.Г.* Деривато-графические исследования оксигидратов железа (III), полученных аппликационным методом // Изв. Челябинского науч. центра. 2005. Вып. 3. С. 65 – 70.
  10. *Зеликман А.Н.* Молибден. М., 1970. 440 с.
  11. *Самсонов Г.В., Борисова А.Л., Житкова Г.Г., Знаткова Т.Н. [и др.]* Физико-химические свойства окислов: справочник. М., 1978. 472 с.
  12. *Роде Е.Я.* Физико-химическое изучение окислов и гидроксидов металлов // Журн. неорг. химии. 1956. Т. 1. Вып. 6. С. 1429 – 1439.
  13. *Ковтуненко О.В., Плаван В.П., Травинская Т.В.* Термическое поведение модифицированных пленкообразователей для кожи // Вестн. Хмельницкого национального ун-та. 2012. № 5. С. 133 – 139.
  14. *Остроушко А.А., Могильников Ю.В., Вилкова Н.В., Попов К.А.* Комплексный анализ характеристик и термического поведения полимерно-солевых композиций, содержащих анионные формы d-металлов // ЖПХ. 2000. Т. 73. Вып. 10. С. 1604 – 1611.
  15. *Корнилов И.И.* Взаимодействие тугоплавких металлов переходных групп с кислородом. М., 1967. 472 с.
  7. *Ivanovskaya M.I., Gurlo A.Ch., Lyutynskaya E.V., Romanovskaya V.V.* Vliyanie uslovij termoobrabotki na formirovanie paramagnitnyh centrov molibdena v  $\text{MoO}_3$  // Zhurn. obschej himii. 1997. T. 67. Vyp. 11. S. 1788 - 1794.
  8. *Suharev Yu.I., Vvedenskij P.V.* Reologicheskie i sorbcionnye svojstva i stroenie polimernyh cepej oksigidrata niobiya // Izv. Chelyabinskogo nauch. centra. 2000. Vyp. 2. S. 62 - 66.
  9. *Analikova Yu.I., Suharev Yu.I., Krupnova T.G.* Derivatograficheskie issledovaniya oksigidratov zheleza (III), poluchennyh aplikacionnym metodom // Izv. Chelyabinskogo nauch. centra. 2005. Vyp. 3. S. 65 - 70.
  10. *Zelikman A.N.* Molibden. M., 1970. 440 s.
  11. *Samsonov G.V., Borisova A.L., Zhitkova G.G., Znatkova T.N. [i dr.]* Fiziko-himicheskie svojstva okislov: spravochnik. M., 1978. 472 s.
  12. *Rode E.Ya.* Fiziko-himicheskoe izuchenie okislov i gidroksidov metallov // Zhurn. neorg. himii. 1956. T. 1. Vyp. 6. S. 1429 - 1439.
  13. *Kovtunenکو O.V., Plavan V.P., Travinskaya T.V.* Termicheskoe povedenie modifitsirovannyh plenkoobrazovatelej dlya kozhi // Vestn. Hmel'nickogo nacional'nogo un-ta. 2012. № 5. S. 133 - 139.
  14. *Ostroushko A.A., Mogil'nikov Yu.V., Vilkova N.V., Popov K.A.* Kompleksnyj analiz harakteristik i termicheskogo povedeniya polimerno-solevyh kompozicij, soderzhaschih anionnye formy d-metallov // ZhPH. 2000. T. 73. Vyp. 10. S. 1604 - 1611.
  15. *Kornilov I.I.* Vzaimodejstvie tugoplavkih metallov perehodnyh grupp s kislorodom. M., 1967. 472 s.

Поступила в редакцию

6 мая 2013 г.

## ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ

УДК 537.9:539.23

### ВОЛЬТ-ФАРАДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕТЕРОСТРУКТУР $n\text{-SiC}/p\text{-(SiC)}_{1-x}(\text{AlN})_x$

© 2013 г. *Н.И. Каргин, Г.К. Сафаралиев, Б.А. Билалов, М.К. Курбанов, С.М. Рындя*

*Каргин Николай Иванович* – д-р техн. наук, профессор, начальник Управления развития перспективных исследований, г. Москва. E-mail: [krgn@ya.ru](mailto:krgn@ya.ru)

*Kargin Nikolai Ivanovich* – Doctor of Technical Sciences, chief Office of Advanced Studies, Moscow. E-mail: [krgn@ya.ru](mailto:krgn@ya.ru)

*Сафаралиев Гаджимет Керимович* – д-р физ.-мат. наук, профессор, член-корр. РАН, профессор, Дагестанский государственный университет, г. Махачкала. E-mail: [Safaraliev@duma.gov.ru](mailto:Safaraliev@duma.gov.ru)

*Safaraliev Gadzhimet Kerimovich* – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor, Dagestan State University, Makhachkala. E-mail: [Safaraliev@duma.gov.ru](mailto:Safaraliev@duma.gov.ru)

*Билалов Билал Аругович* – д-р физ.-мат. наук, профессор, Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала. E-mail: [bil-bilal@yandex.ru](mailto:bil-bilal@yandex.ru)

*Bilalov Bilal Arugovich* – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor, Dagestan State University, Makhachkala. E-mail: [bil-bilal@yandex.ru](mailto:bil-bilal@yandex.ru)

*Курбанов Маликаждар Курбанович* – доцент, кафедра «Экспериментальная физика», Дагестанский государственный университет. E-mail: [kurbanov\\_malik@mail.ru](mailto:kurbanov_malik@mail.ru)

*Kurbanov Malikazhdar Kurbanovich* – docent, department «Experimental Physics», Dagestan State University, Makhachkala. E-mail: [kurbanov\\_malik@mail.ru](mailto:kurbanov_malik@mail.ru)

*Рындя Сергей Михайлович* – Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова, г. Москва. E-mail: [ryndya\\_sm@mail.ru](mailto:ryndya_sm@mail.ru)

*Ryndya Sergey Mikhailovich* – Order of the Red Banner of Labor Research Institute of Physical Chemistry them. LY Karpov, Moscow. E-mail: [ryndya\\_sm@mail.ru](mailto:ryndya_sm@mail.ru)

*Приведены результаты измерений вольт-фарадных характеристик для структур  $\text{SiC}/(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ . Определялись концентрации легирующей примеси в активном слое гомо- и гетероструктур; высота потенциального барьера на  $p$ - $n$ -переходе; толщины  $p$ - $n$ -перехода; величины напряженности электрического поля в  $p$ - $n$ -переходе; параметры глубоких примесных уровней по изменению во времени емкости  $p$ - $n$ -перехода. По полученным данным определялось влияние содержания AlN в твердых растворах на параметры структур  $\text{SiC}/(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ .*

*Ключевые слова:* карбид кремния; твердые растворы; вольт-фарадная характеристика; гетеропереход;  $p$ - $n$ -переход; емкость.

*This paper presents the results of current-voltage characteristics measurements of  $\text{SiC}/(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$  structures. The dopant concentrations in the active layer of homo- and heterostructures; potential barrier height at the  $p$ - $n$ -transition; the  $p$ - $n$ -transition width; values of the electric field intensity in the  $p$ - $n$ -transition; deep impurity levels parameters of the capacity of the  $p$ - $n$ -transition change in time were determined. Using the obtained data an impact of AlN content in solid solutions on the parameters of  $\text{SiC}/(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$  structures was determined.*

*Keywords:* silicon carbide; solid solutions; current-voltage characteristics; waveform; strong electric field; voltage.

### Литература

1. *Ниженко В.И., Флока Л.И.* Поверхностное натяжение жидких металлов и сплавов: справочник. М., 1981. 286 с.
2. *Задумкин С.Н.* Поверхностные явления в расплавах и возникающих из них твердых фазах. Нальчик, 1985. С. 12 – 29.
3. *Курбанов М.К., Билалов Б.А., Сафаралиев Г.К.* Электропроводность полупроводниковых твердых растворов  $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$  // Вестн. Даг. гос. ун-та. Естеств. науки. Махачкала, 2000. С. 18 – 23.
4. *Сухман А.Л., Кононенко В.И., Шевченко В.Г., Сорокин В.В.* Экспериментальное исследование влияния РЗМ на поверхностное натяжение и плотность алюминия // Материалы III Всесоюз. конф. по строению и свойствам металлических и шлаковых расплавов. Ч. 2. Экспериментальные исследования металлических расплавов. Свердловск, 1978. С. 467 – 469.
5. *Nizhenko V.I., Floka L.I.* Poverhnostnoe natyazhenie zhidkikh metallov i splavov: spravochnik. M., 1981. 286 s.
6. *Zadumkin S.N.* Poverhnostnye yavleniya v rasplavah i vznikayuschih iz nih tverdyh fazah. Nal'chik, 1985. S. 12 - 29.
7. *Kurbanov M.K., Bilalov B.A., Safaraliev G.K.* 'Elektroprovodnost' poluprovodnikovyyh tverdyh rastvorov  $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$  // Vestn. Dag. gos. un-ta. Estestv. nauki. Mahachkala, 2000. S. 18 - 23.
8. *Suhman A.L., Kononenko V.I., Shevchenko V.G., Corokin V.V.* 'Eksperimental'noe issledovanie vliyaniya RZM na poverhnostnoe natyazhenie i plotnost' alyuminiya // Materialy III Vsesoyuz. konf. po stroeniyu i svojstvam metallicheskih i shlakovyh rasplavov. Ch. 2. 'Eksperimental'nye issledovaniya metallicheskih rasplavov. Sverdlovsk, 1978. S. 467 - 469.



5. Кикоин И.К. Таблицы физических величин: справочник. М., 1976. 1006 с.
6. Strauss S.W. The Temperature Dependence of the Density of liquid Metals // Nuclear Science and Engineering. 1964. Vol. 18, № 2. С. 280 – 285.
7. Александров Л.Н. Кинетика образования и структуры твердых слоев. Новосибирск, 1972. 227 с.
8. Якимова П.Т. Изучение эпитаксиального роста карбида кремния из растворов в системе кремний – скандий – углерод : дис. ... канд. физ.-мат. наук. Л., 1978. 155 с.
5. Kikoin I.K. Tablicy fizicheskikh velichin: spravochnik. M., 1976. 1006 s.
6. Strauss S.W. The Temperature Dependence of the Density of liquid Metals // Nuclear Science and Engineering. 1964. Vol. 18, № 2. S. 280 - 285.
7. Aleksandrov L.N. Kinetika obrazovaniya i struktury tverdykh sloev. Novosibirsk, 1972. 227 s.
8. Yakimova P.T. Izuchenie `epitaksial'nogo rosta karbida kremniya iz rastvorov v sisteme kremnij - skandij - uglerod : dis. ... kand. fiz.-mat. nauk. L., 1978. 155 s.

Поступила в редакцию

16 апреля 2013 г.

УДК 539.219.621

## РАСЧЕТ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МНОГОСЛОЙНЫХ СТРУКТУР АЗВ5 ДЛЯ ЗАДАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

© 2013 г. А.В. Благин, Л.В. Благина, О.Е. Драка, С.В. Лозовский

Благин Анатолий Вячеславович – д-р физ.-мат. наук, профессор, зав. кафедрой «Физика», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). E-mail: [bla\\_gin@mail.ru](mailto:bla_gin@mail.ru)

Blagin Anatoly Vyacheslavovich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor, head of department «Physics», South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). E-mail: [bla\\_gin@mail.ru](mailto:bla_gin@mail.ru)

Благина Лариса Васильевна – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Естественно-научные и общетехнические дисциплины», Волгодонский филиал Донского государственного технического университета.

Blagina Larisa Vasilevna – Candidate of Technical Sciences, assistant professor, head of department «Natural Sciences and Technical Disciplines», Volgodonsk branch of Donskoy State Technical University

Драка Оксана Евгеньевна – канд. техн. наук, доцент, кафедра «Информационные и управляющие системы», Волгодонский инженерно-технический институт (филиала) НИЯУ «МИФИ».

Draka Oksana Evgenievna – Candidate of Technical Sciences, assistant professor, department «Information and Control Systems», Volgodonsky engineering institute branch

Лозовский Сергей Владимирович – канд. физ.-мат. наук, профессор, кафедра «Физика», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). E-mail: [lozovsky@novoch.ru](mailto:lozovsky@novoch.ru)

Lozovsky Sergey Vladimirovich – Candidate of Phisico-Mathematical Science, professor, department «Physics», South-Russia State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). E-mail: [lozovsky@novoch.ru](mailto:lozovsky@novoch.ru)

*Проводится исследование модуляции коэффициентов отражения и поглощения в системе туннельно-связанных квантовых ям  $Al_{0,3}Ga_{0,7}As/GaAs$  в условиях экситонного резонанса. Установлено, что подбором соответствующих входных параметров квантоворазмерных структур (показателей преломления, резонансных частот, угла падения света на структуру, толщин слоев, величин радиационного и нерадиационного затухания) можно добиться получения структур с заданными свойствами – структур, которые на определенных частотах будут работать либо на отражение, либо на пропускание света.*

**Ключевые слова:** матрица переноса; сверхрешетка; многослойная структура; экситонный резонанс; квантовые ямы.

*In this paper we study the modulation of the coefficients of reflection and absorption in the tunnel-coupled quantum wells  $Al_{0,3}Ga_{0,7}As/GaAs$  in terms of the exciton resonance. It is established that the selection of the relevant input parameters of quantum structures (the refractive index of the resonant frequency, the angle of incidence of the light on the structure of the layer thicknesses, the quantities of radiation and non-radiation decay) is possible to produce structures with desired properties - structures that at certain frequencies will be run either on reflection or light transmission.*

**Keywords:** transport matrix; superlattice multilayer structure; the exciton resonance; quantum wells.

## Литература

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М., 1970. 720 с.
2. Ивченко Е.Л., Кавокин А.В. Отражение света от структур с квантовыми ямами, квантовыми проводами и квантовыми точками // ФТТ. 1992. Т. 34. С. 1815.
3. Jenkins D.W. Formation energy of self-interstitials in carbon-doped Si determined by optical absorption due to hydrogen bound to self-interstitials // J. Appl. Phys. 1990. Vol. 68, № 4. P. 1848 – 1853.
4. Blakemore J.S. Semiconducting and other major properties of gallium arsenide // J. Appl. Phys. 1982. Vol. 53(10). R123 – R181.
1. Born M., Volf `E. Osnovy optiki. M., 1970. 720 s.
2. Ivchenko E.L., Kavokin A.V. Otrazhenie sveta ot struktur s kvantovymi yamami, kvantovymi provodami i kvantovymi tochkami // FTT. 1992. T. 34. S. 1815.
3. Jenkins D.W. Formation energy of self-interstitials in carbon-doped Si determined by optical absorption due to hydrogen bound to self-interstitials // J. Appl. Phys. 1990. Vol. 68, № 4. R. 1848 - 1853.
4. Blakemore J.S. Semiconducting and other major properties of gallium arsenide // J. Appl. Phys. 1982. Vol. 53(10). R123 - R181.

*Поступила в редакцию*

*22 июля 2013 г.*

---

**ТЕХНОЛОГИИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

---

УДК 685.3

**МОДЕЛИРОВАНИЕ РИТМИЧНОЙ РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОБУВНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

© 2013 г. Л.Д. Алексеенко, Н.В. Щербакова

Алексеенко Людмила Дмитриевна – канд. техн. наук, доцент, кафедра «Математика», Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса, г. Шахты. E-mail [alekseenko.ld@gmail.com](mailto:alekseenko.ld@gmail.com)

Щербакова Надежда Васильевна – канд. техн. наук, доцент, кафедра «Технология изделий из кожи, стандартизация и сертификация», Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса, г. Шахты. E-mail [navasherbakova@mail.ru](mailto:navasherbakova@mail.ru)

Alekseenko Lyudmila Dmitrievna – Candidate of Technical Sciences, assistant professor, department South-Russian State University of the Economy and Service, Shahty. E-mail [alekseenko.ld@gmail.com](mailto:alekseenko.ld@gmail.com)

Shcherbakova Nadezhda Vasilevna – Candidate of Technical Sciences, assistant professor, department «Technology of leather products, standardization and certification», South-Russian State University of the Economy and Service, Shahty. E-mail [alekseenko.ld@gmail.com](mailto:alekseenko.ld@gmail.com)

*Рассмотрена возможность применения имитационного моделирования систем массового обслуживания на примере исследования оптимального распределения нарядов на ремонт технологического оборудования обувного предприятия. Решение задач по моделированию ритмичной работы технологического оборудования создаёт предпосылки для оптимальной и обоснованной организации и нормированию труда механиков, снижает потери рабочего времени, повышает эффективность деятельности предприятия.*

**Ключевые слова:** оборудование; ремонт; моделирование; процесс; механик; ритмичность; вероятность; производство обуви.

*The opportunity of usage of simulation modeling of queueing systems on the example of study of optimal distribution of orders for the repair of technological equipment Shoe company. The decision of tasks on modelling rhythmical work of technological equipment creates the prerequisites for optimal and reasonable organization of labor mechanics, reduces the loss of working time, increases the efficiency of activity of the enterprise.*

**Keywords:** equipment repair; modeling; process; mechanical; rhythm; probability; footwear production.

**Литература**

1. Алексеенко Л.Д., Щербакова Н.В. Прогнозирование ритмичности работы обувного предприятия (на примере поставок материалов) // Мода и дизайн. Современная одежда и аксессуары – 2011: материалы междунар. науч.-практ. конф. 15 – 18 сентября 2011 г. Ростов н/Д., 2011. С. 7 – 12.
2. Алексеенко Л.Д., Щербакова Н.В. Прогнозирование рисков обувного предприятия при покупке оборудования // Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг: междунар. сб. науч. тр. / ГОУ ВПО ЮГУЭС, Шахты, 2012. С. 100 – 101..
1. Alekseenko L.D., Scherbakova N.V. Prognozirovanie ritmichnosti raboty obuvnogo predpriyatiya (na primere postavok materialov) // Moda i dizajn. Sovremennaya odezhdka i aksessuary - 2011: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 15 - 18 sentyabrya 2011 g. Rostov n/D., 2011. S. 7 - 12.
2. Alekseenko L.D., Scherbakova N.V. Prognozirovanie riskov obuvnogo predpriyatiya pri pokupke oborudovaniya // Tehnicheskoe regulirovanie: bazovaya osnova kachestva tovarov i uslug: mezhdunar. sb. nauch. tr. / GOU VPO YuGU`ES, Shahty, 2012. S. 100 - 101.

---

**Поступила в редакцию****6 мая 2013 г.**

---

---

**СООБЩЕНИЯ**

---

УДК 621.371.3

**СПОСОБ ЮСТИРОВКИ ДВУХ УЗКОНАПРАВЛЕННЫХ АНТЕНН**

© 2013 г. С.В. Денискин, В.А. Крутов, Э.Л. Куцова, Т.В. Трусова

Денискин Сергей Владимирович – канд. техн. наук, ст. преподаватель, Рязанское высшее воздушно-десантное училище (военный институт им. Генерала армии В.Ф. Маргелова).

Крутов Владимир Алексеевич – начальник, научно-технический отдел (дислокация г. Ростов-на-Дону) федерального казенного учреждения Научно-производственное объединение «Специальная техника и связь» МВД России. Тел. (8632)35-06-76. E-mail: [stis-rostov@mail.ru](mailto:stis-rostov@mail.ru)

Куцова Эльвира Леонидовна – канд. филос. наук, доцент, Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса, г. Шахты. Тел. (8636) 22-20-37, 22-21-33. E-mail: [mail@sssu.ru](mailto:mail@sssu.ru)

Трусова Татьяна Валентиновна – ст. преподаватель, Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса, г. Шахты. E-mail: [trusovatv@mail.ru](mailto:trusovatv@mail.ru)

Deniskin Sergei Vladimirovich – Candidate of Technical Sciences, lecturer, Ryazan Higher Airborne School (Military Institute of the General of the Army V.Ph. Margelova).

Krutov Vladimir Alexeevich – chief, Scientific and Technical Department (dislocation of Rostov-on-Don) the Federal Treasury Institution Scientific and Production Association «Special equipment and communication» of the Ministry of Internal Affairs of Russia. Ph. (8632)35-06-76. E-mail: [stis-rostov@mail.ru](mailto:stis-rostov@mail.ru)

Kutsova Elvira Leonidovna – Candidate of Philosophy Sciences, assistant professor, South-Russian State University of the Economy and Service, Shahty. Ph. (8636) 22-20-37, 22-21-33. E-mail: [mail@sssu.ru](mailto:mail@sssu.ru)

Trusova Tatiana Valentinovna – senior lector, South-Russian State University of the Economy and Service. E-mail: [trusovatv@mail.ru](mailto:trusovatv@mail.ru)

*Рассмотрены задачи юстировки двух узконаправленных антенн и вхождения в связь и предложено ее решение, состоящее в переходе от непрерывного сканирования сектора к импульсному и позволяющее минимизировать временные и энергетические затраты.*

**Ключевые слова:** юстировка; узконаправленная антенна; импульсный способ сканирования; контрольные точки.

*In this article the problem of alignment of two narrowly focused antennas and signals acquisition, and proposed a solution, which consists in the transition from continuous scanning of the sector to the momentum and allow to minimize the time and energy costs.*

**Keywords:** adjustment; single-minded focus antenna; pulse scanning method; control points.

**Литература**

1. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии: учеб. пособие / Ю.Б. Нечаев, В.И. Николаев, Р.Н. Андреев, Н.Н. Винокурова. Воронеж, 2008. 629 с.
2. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М., 1978. 832 с.

1. Antenny, SVCh-ustrojstva i ih tehnologii: ucheb. posobie / Yu.B. Nechaev, V.I. Nikolaev, R.N. Andreev, N.N. Vinokurova. Voronezh, 2008. 629 s.
2. Korn G., Korn T. Spravochnik po matematike dlya nauchnyh rabotnikov i inzhenerov. M., 1978. 832 s

---

**Поступила в редакцию****15 мая 2013 г.**

---