

ВЕСЦІ

НАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК БЕЛАРУСІ

СЕРИЯ ХІМІЧНЫХ НАВУК 2016 № 2

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

СЕРИЯ ХИМИЧЕСКИХ НАУК 2016 № 2

ЗАСНАВАЛЬНІК – НАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК БЕЛАРУСІ

Часопіс выдаецца са студзеня 1965 г.

Выходзіць чатыры разы ў год

ЗМЕСТ

НЕАРГАНІЧНАЯ ХІМІЯ

Акулич Н. Е., Жарский И. М., Иванова Н. П., Курило И. И. Анतिकоррозионные свойства пигментов на основе ванадатов висмута и кальция 5

КАЛОЎДНАЯ ХІМІЯ

Комаров В. С., Бесараб С. В. Синтез силикагелей с применением солевого темплата 10

Комаров В. С., Бесараб С. В. Влияние природы солевого темплата на структуру силикагеля 15

АНАЛІТЫЧНАЯ ХІМІЯ

Кулак А. И., Матвейко Н. П. Определение алюминия в водных растворах методом инверсионной вольтамперометрии 20

Заяц М. Ф., Лешев С. М. Применение принципа аддитивности энергии Гиббса распределения для прогнозирования экстракции некоторых пестицидов 26

ФІЗІЧНАЯ ХІМІЯ

Саргсян А. О., Саргсян О. А., Арутюнян Л. Р., Бадалян Г. Г., Петросян И. А., Арутюнян Р. С., Кузнецова Т. Ф., Иванец А. И. Фазовые превращения природных цеолитов при кислотной и щелочной обработках ... 37

АРГАНІЧНАЯ ХІМІЯ

Ковганко Н. В., Долгопалец В. И., Чернов Ю. Г. Синтез пропионата 19-нортестостерона из пропионата тестостерона 45

Гордашникова Е. И., Гайдукевич В. А., Попова Л. А., Книжников В. А. Препаративный синтез L-пролил-L-лейцилглицина 50

Ковганко В. Н., Ковганко Н. Н., Слабко И. Н. Синтез новых 3-фторарил-2-изоксазолинов, обладающих антимикобактериальными свойствами	55
Семенова Е. А., Дикусар Е. А. Синтез ароматических производных функционально замещенных азометинов	59

БІЯАРГАНІЧНАЯ ХІМІЯ

Михальчук А. Л., Рудак Е. В., Курман П. В., Бабицкая С. В., Кисель М. А., Калантарян Н. К., Сагателян Л. О., Гогинян В. Б. Синтез алифатических эфиров 5-аминолевулиновой кислоты и их влияние на рост фототрофных микроводорослей	64
Вашкевич И. И., Терентьева Т. В., Корнилович Г. С., Сухенко Л. Н., Шибeko А. И., Свиридов О. В. Новый набор реагентов для иммуноферментного определения афлатоксина В ₁ в кормах и пищевых продуктах ...	69
Горькавая А. М., Сергеев Г. В., Гилеп А. А. Молекулярное клонирование, гетерологическая экспрессия и получение рекомбинантного соматотропина <i>Gallus gallus</i>	76
Пашковский Ф. С., Шинкович М. А., Лахвич Ф. А., Голубева М. Б., Кузьмицкий Б. Б. Синтез и иммуномодулирующая активность 13-аза-11-окса-9-оксо-10-метил-5-(3-метоксифенил)-1,2,3,4-тетранорпрост-8(12)-ена	83

ФІЗІКА-ХІМІЧНЫЯ ПРАБЛЕМЫ ЭКАЛОГІІ

Карабанов А. К., Матвеев А. В., Гиндюк Н. Т., Гиндюк В. В., Мицура В. И., Жук И. В., Василевский Л. Л., Леонтьева Т. Г., Лукашевич Ж. А. Радон в воздухе зданий населенных пунктов на территории Брестской области и эффективные дозы облучения населения, обусловленные радоном-222 и дочерними продуктами его распада	91
--	----

ТЭХНІЧНАЯ ХІМІЯ І ХІМІЧНАЯ ТЭХНАЛОГІЯ

Цыганов А. Р., Томсон А. Э., Прохоров С. Г., Стригуцкий В. П., Соколова Т. В., Пехтерева В. С., Боголицын К. Г., Селянина С. Б. Механизм стабильности торфяных битумов	98
Левицкий И. А., Папко Л. Ф., Дяденко М. В. Влияние модификаторов на реологические и термические свойства боросиликатных стекол	102
Терещенко И. М., Дормешкин О. Б., Кравчук А. П., Жих Б. П. Гидротермальный синтез полисиликатов при производстве вспененных водостойких материалов типа R ₂ O·nSiO ₂	107
Подболотов К. Б., Барина Т. В. Синтез керамики со структурой пирохлора для иммобилизации актиноидсодержащих отходов	110
Шишаков Е. П., Шпак С. И., Чубис П. А., Шевчук М. О., Коваль В. В. Карбамидоформальдегидные смолы, наполненные техническим диоксидом кремния	116
Бобкова Н. М., Трусова Е. Е. Особенности поведения сульфата натрия в силикатных расплавах	122

ВУЧОНЫЯ БЕЛАРУСІ

Анатолий Иванович Лесникович (К 75-летию со дня рождения)	127
--	-----

ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ 2016 № 2

Серия химических наук

На русском, белорусском и английском языках

Журнал зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь,
свидетельство о регистрации № 390 от 18.05.2009

Тэхнічны рэдактар *В. А. Тоўстая*

Камп'ютарная вёрстка *В. Л. Смольскай*

Здадзена ў набор 07.04.2016. Падпісана да друку 18.05.2016. Выход у свет 27.05.2016. Фармац 60×84¹/₈.

Папера афсетная. Друк лічбавы. Ум. друк. арк. 14,88. Ул.-выд. арк. 16,4. Тыраж 76 экз. Заказ 108.

Кошт нумару: індывідуальная падпіска – 102 900 руб.; ведамасная падпіска – 252 168 руб.

Выдавец і паліграфічнае выкананне:

Рэспубліканскае ўнітарнае прадпрыемства «Выдавецкі дом «Беларуская навука». Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца, вытворцы, распаўсюджвальніка друкаваных выданняў № 1/18 ад 02.08.2013.

ЛП 02330/455 ад 30.12.2013. Вул. Ф. Скарыны, 40, 220141, г. Мінск.

© Выдавецкі дом «Беларуская навука».
Весці НАН Беларусі. Серыя хімічных навук, 2016

PROCEEDINGS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

CHEMICAL SERIES 2016 N 2

FOUNDER IS THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

The Journal has been published since January 1965

Issued four times a year

CONTENTS

INORGANIC CHEMISTRY

- Akulich N. E., Zharsky I. M., Ivanova N. P., Kurilo I. I.** Corrosion inhibiting properties of bismuth and calcium vanadate based pigments 5

COLLOIDAL CHEMISTRY

- Komarov V. S., Besarab S. V.** Synthesis of silica gels with salt template 10
Komarov V. S., Besarab S. V. Effect of the nature of salt templates on the structure of silica gel 15

ANALYTICAL CHEMISTRY

- Kulak A. I., Matveiko N. P.** Determination of aluminum in water solutions by stripping voltammetry 20
Zayats M. F., Leschev S. M. Application of distribution Gibbs energy additivity principle for prediction of extraction of some pesticides 26

PHYSICAL CHEMISTRY

- Sargsyan A. O., Sargsyan O. A., Harutyunyan L. R., Badalyan G. G., Petrosyan I. A., Harutyunyan R. S., Kouznetsova T. F., Ivanets A. I.** Phase transformations of natural zeolites under acid and alkali treatments 37

ORGANIC CHEMISTRY

- Kauhanka M. U., Dolgopalets V. I., Charnou Yu. G.** Synthesis of 19-nortestosterone protonate from testosterone protonate 45
Gordashnikova H. I., Gaidukevich V. A., Popova L. A., Knizhnikov V. A. Preparative synthesis of prolylleucylglycine 50
Kauhanka U. M., Kauhanka M. M., Slabko I. N. Synthesis of new 3-fluoroaryl-2-isoxazolines with antimycobacterial properties 55
Semenova E. A., Dikusar E. A. Synthesis of aromatic functionally substituted azomethines 59

BIOORGANIC CHEMISTRY

- Mikhalechuk A. L., Rudak E. V., Kurman P. V., Babitskaya S. V., Kisel M. A., Kalantaryan N. K., Saghatelyan L. H., Goginyan V. B.** Synthesis of aliphatic esters of 5-aminolevulinic acid and their effect on the phototrophic microalgae growth 64

Vashkevich I. I., Terentieva T. V., Kornilovich G. S., Sukhenko L. N., Shibeko A. I., Sviridov O. V. New reagent kit for enzyme immunoassay of aflatoxin B ₁ in feeds and foods	69
Gorkavaya A. M., Sergeev G. V., Gilep A. A. Molecular cloning, heterological expression and production of the recombinant <i>G. gallus</i> growth hormone	76
Pashkovsky F. S., Shinkovich M. A., Lakhvich F. A., Golubeva M. B., Kuz'mitsky B. B. Synthesis and immunomodulating activity of 13-aza-11-oxa-9-oxo-10-methyl-5-(3-methoxyphenyl)-1,2,3,4-tetranorprost-8(12)-ene	83

PHYSICO-CHEMICAL PROBLEMS OF ENVIRONMENT

Karabanov A. K., Matveyev A. V., Gindyuk N. T., Gindyuk V. V., Mitsura V. I., Zhuk I. V., Vasilevskij L. L., Leontieva T. G., Lukashevich J. A. Radon in air inside buildings in settlements of Brest region and effective doses of population irradiation caused by radon-222 and products of its decay	91
---	----

TECHNICAL CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING

Tsyhanov A. R., Tompson A. E., Prohorov S. G., Strigutskij V. P., Sokolova T. V., Pehtereva V. S., Bogolitsyn K. G., Selyanina S. B. The stability mechanism of peat bitumens	98
Levitski I. A., Papko L. F., Dyadenko M. V. Effect of modifiers on rheological and thermal properties of borosilicate glasses	102
Tereschenko I. M., Dormeshkin O. B., Kravchuk A. P., Zhih B. P. Hydrothermal synthesis of polysilicates in production of foam water-resistant R ₂ O·nSiO ₂ materials	107
Podbolotov K. B., Barinova T. V. Synthesis of ceramics with pyrochlore structure for immobilization of actinide-containing waste	110
Shishakov E. P., Shpak S. I., Chubis P. A., Shauchuk M. A., Koval' V. V. Urea-formaldehyde resins filled with silicon dioxide	116
Bobkova N. M., Trusova E. E. About sodium sulfate behavior in the silicate melts	122

SCIENTISTS OF BELARUS

Lesnikovich, Anatoly Ivanovich (On the occasion of the 75 th birthday)	127
--	-----

Н. Е. АКУЛИЧ, И. М. ЖАРСКИЙ, Н. П. ИВАНОВА, И. И. КУРИЛО

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ПИГМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ВАНАДАТОВ ВИСМУТА И КАЛЬЦИЯ

Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь,
e-mail: akulitch.nadejda@yandex.ru

Сольвотермическим методом синтезированы ванадаты BiVO_4 , $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2$, а также смешанный ванадат $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2 \cdot \text{BiVO}_4$. Дисперсность синтезированного пигмента BiVO_4 составляет $3,33\text{--}0,2 \text{ мкм}^{-1}$. Значения маслосъемкости первого рода для синтезированных пигментов BiVO_4 , $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2 \cdot \text{BiVO}_4$ и $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2$ составляют 24, 23 и 21 г/100г соответственно, плотности порошков находятся в интервале $4,4\text{--}4,7 \text{ г/дм}^3$. Значения pH водных суспензий для всех исследуемых ванадатов находятся в интервале $7,0 \pm 0,5$, что обеспечивает устойчивость стальной подложки при контакте с пигментами. При введении порошков пигментов в количестве 5 г/дм^3 в 3 %-ный раствор хлорида натрия ток коррозии углеродистой стали уменьшается в 2,4 раза в присутствии BiVO_4 ; в 5,8 раза в присутствии $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2 \cdot \text{BiVO}_4$; в 7,6 раза в присутствии $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2$.

Ключевые слова: пигмент, ванадат висмута, сольвотермический метод.

N. E. AKULICH, I. M. ZHARSKY, N. P. IVANOVA, I. I. KURILO

CORROSION INHIBITING PROPERTIES OF BISMUTH AND CALCIUM VANADATE BASED PIGMENTS

Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus, e-mail: akulitch.nadejda@yandex.ru

BiVO_4 , $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2$ and mixed $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2 \cdot \text{BiVO}_4$ vanadates of chemical composition have been synthesized by solvothermal method. Dispersibility of obtained BiVO_4 pigment is $3,33\text{--}0,20 \text{ }\mu\text{m}^{-1}$, oil adsorption for BiVO_4 , $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2$ and mixed $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2 \cdot \text{BiVO}_4$ pigments is 24, 23 and 21 g for 100 g of the pigment respectively, density of all synthesized pigments is in range of $4,4\text{--}4,7 \text{ g/dm}^3$. pH value of aqueous suspensions for all obtained pigments is in range of $7,0 \pm 0,5$ that provides immunity of steel substrate in contact with pigments. In presence of pigments (5g/l in 3% sodium chloride solution), corrosion current decreases 2,4 times with BiVO_4 ; 5,8 times with $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2 \cdot \text{BiVO}_4$ and 7,6 times with $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2$.

Keywords: pigment, bismuth vanadate, solvothermal method.

В. С. КОМАРОВ, С. В. БЕСАРАБ

СИНТЕЗ СИЛИКАГЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОЛЕВОГО ТЕМПЛАТА

Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: steanlab@gmail.com

Изучен синтез силикагеля с использованием солевых темплатов (Na_2SO_4 и MgSO_4), введенных в отмытый силикагель в определенных количествах. Показано, что с ростом содержания темплат в составе геля сорбционная емкость образцов в процессе их сушки сильно увеличивается, в то время как удельная поверхность уменьшается. Установлено, что темплат (MgSO_4) вследствие высаливающего действия способствует образованию в пористой структуре силикагеля объема микропор, увеличивающегося с ростом содержания темплат и условий сушки образца.

Ключевые слова: мезопористые оксиды металлов, темплатный синтез, адсорбция.

V. S. KOMAROV, S. V. BESARAB

SYNTHESIS OF SILICA GELS WITH SALT TEMPLATE

Institute of General and Inorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: steanlab@gmail.com

Synthesis of silica gel using salt templates (Na_2SO_4 and MgSO_4) introduced into washed silica in certain amounts, has been studied. It has been shown that increasing the template content in the gel strongly improves sorption capacity of samples during their drying, while the specific surface area decreases. It has been found that MgSO_4 template, due to its salting-out action, promotes the formation of the micropore volume in the silica gel porous structure, that increases with the template content, and depending upon sample drying conditions.

Keywords: mesoporous metal hydroxides, synthesis, adsorption.

В. С. КОМАРОВ, С. В. БЕСАРАБ

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ СОЛЕВОГО ТЕМПЛАТА НА СТРУКТУРУ СИЛИКАГЕЛЯ

*Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: steanlab@gmail.com*

Изучено влияние природы солевых темплатов на структурные параметры силикагелей. Показано, что эффект действия солевых темплатов зависит от теплоты гидратации их ионов, а также от концентрации темплата в составе геля кремниевой кислоты и температуры предварительной его сушки.

Ключевые слова: удельная поверхность, БЭТ, адсорбция.

V. S. KOMAROV, S. V. BESARAB

EFFECT OF THE NATURE OF SALT TEMPLATES ON THE STRUCTURE OF SILICA GEL

*Institute of General and Inorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: steanlab@gmail.com*

The effect of the salt template nature on structural parameters of silica gel has been studied. It has been shown that this effect depends on the ions' hydration heat as well as the template concentration in the silicic acid gel and the temperature of its preliminary drying.

Keywords: specific surface area, BET, adsorption.

А. И. КУЛАК¹, Н. П. МАТВЕЙКО²

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЛЮМИНИЯ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ МЕТОДОМ ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ

*¹Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: kulak@igic.bas-net.by,*

*²Белорусский государственный экономический университет, Минск, Беларусь,
e-mail: matveiko_np@mail.ru*

Показана возможность определения концентрации алюминия в водных растворах методом инверсионной вольтамперометрии. Метод основан на электрохимическом катодном концентрировании алюминия на вибрирующем ртутном пленочном электроде с последующей регистрацией анодного тока на потенциодинамической вольтамперограмме. В отличие от известных электрохимических методик косвенного определения алюминия, основанных на анализе адсорбированных комплексов алюминия с красителями, предложенный подход позволяет осуществлять прямое определение алюминия без связывания его в комплексные соединения. Метод базируется на обнаруженном авторами обратимом процессе восстановления–окисления алюминия при pH 3,0–4,5 в водно-диметилсульфоксидном электролите, содержащем хлорид кальция, и характеризуется относительным стандартным отклонением 1,8–2,4 % в интервале концентраций алюминия от 10⁻⁴ до 10⁻⁵ г/дм³.

Ключевые слова: инверсионная вольтамперометрия, определение алюминия, пленочный ртутный электрод.

A. I. KULAK¹, N. P. MATVEIKO²

DETERMINATION OF ALUMINUM IN WATER SOLUTIONS BY STRIPPING VOLTAMMETRY

*¹Institute of General and Inorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: kulak@igic.bas-net.by,*

*²Belarusian State Economic University, Minsk, Belarus,
e-mail: matveiko_np@mail.ru*

The possibility for determining the concentration of aluminum in aqueous solutions by stripping voltammetry has been demonstrated. The method is based on electrochemical cathodic aluminum accumulation on a vibrating mercury film electrode with subsequent registration of anodic current on the potentiodynamic voltammogram. Unlike conventional electrochemical methods of indirect determination of aluminum, based on the analysis of the adsorbed complexes of aluminum with dyes, the proposed approach allows to realize the direct determination of aluminum without binding it into coordination compounds. The method is based on the process of reversible reduction and oxidation of aluminum at pH 3,0–4,5 in aqueous dimethyl sulfoxide electrolyte containing calcium chloride, discovered by the authors, and has relative standard deviation of 1,8–2,4% in the aluminum concentration range from 10⁻⁴ to 10⁻⁵ g/dm³.

Keywords: stripping voltammetry, determination of aluminum, mercury film electrode.

М. Ф. ЗАЯЦ¹, С. М. ЛЕЩЕВ²

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА АДДИТИВНОСТИ ЭНЕРГИИ ГИББСА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКСТРАКЦИИ НЕКОТОРЫХ ПЕСТИЦИДОВ

¹Институт защиты растений, а/г Прилуки, Минский р-н, Беларусь,
e-mail: mikhail_zayats@tut.by,

²Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: leschev.sergey54@gmail.com

При температуре 20±1 °С в экстракционных системах гексан–вода, гексан–этиленгликоль, гексан–ацетонитрил, гексан–смеси ацетонитрила и воды и гексан–смеси ацетонитрила и этиленгликоля, наиболее часто применяющихся в аналитической химии пестицидов, изучено распределение не исследованных ранее пестицидов (анилинопиримидинов, динитроанилинов, карбаматов, сульфамидов, тиокарбаматов, фенолмочевин, фосфорорганических соединений, хлорацетанилидов и др.). Рассчитаны константы распределения и величины инкрементов функциональных групп констант распределения пестицидов между гексаном и полярной фазой, обсуждены факторы, влияющие на эти величины. Рассмотрена возможность прогнозирования констант распределения пестицидов на основе принципа аддитивности энергии Гиббса распределения или метода групповых инкрементов, а также оценена точность прогнозирования при его использовании.

Ключевые слова: прогнозирование констант распределения, принцип аддитивности энергии Гиббса распределения, инкремент функциональной группы.

M. F. ZAYATS¹, S. M. LESCHEV²

APPLICATION OF DISTRIBUTION GIBBS ENERGY ADDITIVITY PRINCIPLE FOR PREDICTION OF EXTRACTION OF SOME PESTICIDES

¹Institute of Plant Protection, a/c Priluki, Minsk distr., Belarus,
e-mail: mikhail_zayats@tut.by,

²Belarusian State University, Minsk, Belarus,
e-mail: leschev.sergey54@gmail.com

The distribution of a number of pesticides (anilinoypyrimidines, dinitroanilines, carbamates, sulfonamides, thiocarbamates, phenylureas, organophosphorus compounds, chloroacetanilides and others) in different extraction systems has been studied at 20±1 °C. The distribution constants (P) and the values of the functional groups increments of the pesticide distribution constants between hexane and the polar phase have been calculated. The factors that affect these values have been discussed. The prediction possibility of the pesticide distribution constants on the basis of the principle of distribution Gibbs energy additivity, or the method of group increments, has been considered. The prediction accuracy of this method has been estimated.

Keywords: distribution constant prediction, the principle of distribution Gibbs energy additivity, functional group increment.

А. О. САРГСЯН¹, О. А. САРГСЯН¹, Л. Р. АРУТЮНЯН¹, Г. Г. БАДАЛЯН¹,
И. А. ПЕТРОСЯН¹, Р. С. АРУТЮНЯН¹, Т. Ф. КУЗНЕЦОВА², А. И. ИВАНЕЦ²

ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ ПРИ КИСЛОТНОЙ И ЩЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКАХ

¹Ереванский государственный университет, Ереван, Армения,
e-mail: info@ysu.am,

²Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: kouzn@igic.bas-net.by; tatyana.fk@gmail.com

Методами дифракции рентгеновских лучей и жидкостной пикнометрии изучено изменение свойств цеолитов Ноемберянского месторождения (Армения) после их обработки щелочными и кислотными растворами (1–6 моль/л). Установлено, что при концентрациях натрия гидроксида ≥ 2 моль/л изменяются химический состав и удельный суммарный объем пор клиноптилолита, а также образуются новые фазы, такие как содалит, жисмондин и филлипсит. Выявлено, что увеличение концентрации соляной кислоты до ≈ 6 моль/л приводит к изменению размеров и форм сорбционных каналов клиноптилолита, а свыше этих значений – к его разрушению. Методом низкотемпературной адсорбции–десорбции азота доказано наличие мезопористой составляющей в образцах клиноптилолитовой породы.

Ключевые слова: природные цеолиты, клиноптилолит, жидкостная пикнометрия, адсорбция, объем пор, микропоры.

A. O. SARGSYAN¹, O. A. SARGSYAN¹, L. R. HARUTYUNYAN¹, G. G. BADALYAN¹,
I. A. PETROSYAN¹, R. S. HARUTYUNYAN¹, T. F. KOUZNETSOVA², A. I. IVANETS²

PHASE TRANSFORMATIONS OF NATURAL ZEOLITES UNDER ACID AND ALKALI TREATMENTS

¹Yerevan State University, Yerevan, Armenia,
e-mail: info@ysu.am,

²Institute of General and Inorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: kouzn@igic.bas-net.by; tatyana.fk@gmail.com

The change of zeolite properties of the 'Noyemberyanskoe' deposit (Armenia) after their processing with alkaline and acidic solutions (1-6 mol/dm³) has been studied by X-ray diffraction and dip pycnometry. It has been established that chemical composition and specific total pore volume of clinoptilolite were changed, and also new phases, such as sodalite, gismondine and fillipsite, were formed at sodium hydroxide concentration of ≥ 2 mol/dm³. It has been found that increasing the hydrochloric acid concentration up to ≈ 6 mol/dm³ leads to size and form change of clinoptilolite sorption channels, and further increase causes its destruction. The method of low-temperature nitrogen adsorption-desorption proved the presence of mesoporous constituent in a clinoptilolite rock.

Keywords: natural zeolites, clinoptilolite, dip pycnometry, adsorption, pore volume, micropores, mesopores.

Н. В. КОВГАНКО, В. И. ДОЛГОПАЛЕЦ, Ю. Г. ЧЕРНОВ

СИНТЕЗ ПРОПИОНАТА 19-НОРТЕСТОСТЕРОНА ИЗ ПРОПИОНАТА ТЕСТОСТЕРОНА

*Институт биоорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: kovganko@iboch-bas.net.by*

Разработана новая схема синтеза 19-гидроксистероидов ряда андростана. Исходным соединением в данной схеме является коммерчески доступный тестостерон пропионат, который был превращен в 3 β -ацетокси-17 β -пропионилоксиандрост-5-ен. Присоединение бромноватистой кислоты по 5(6)-двойной связи этого соединения привело к 3-ацетату 17-пропионату 5-бром-5 α -андростан-3 β ,6 β ,17 β -триола. Окисление последнего тетраацетатом свинца дает 3-ацетат 17-пропионат 5-бром-6 β ,19-оксидо-5 α -андростан-3 β ,17 β -диола, из которого при селективном метанолизе 3 β -ацетоксигруппы получен 17-пропионат 5-бром-6 β ,19-оксидо-5 α -андростан-3 β ,17 β -диола. В результате окисления 3 β -гидроксигруппы в данном соединении хромовой кислотой и последующего восстановления образовавшегося 3-кетона цинковой пылью в метилэтилкетоне получен 19-гидрокситестостерон 17-пропионат. Окисление полученного 19-гидроксистероида хромовой кислотой с последующим декарбоксилированием 19-карбоновой кислоты при нагревании в смеси пиридина с бензолом привело к образованию целевого 19-нортестостерон пропионата.

Ключевые слова: 19-нортестостерон пропионат, тестостерон пропионат, стероиды, андрогены, химический синтез.

M. U. KAUHANKA, V. I. DOLGOPALET, Yu. G. CHARNOU

SYNTHESIS OF 19-NORTESTOSTERONE PROPIONATE FROM TESTOSTERONE PROPIONATE

*Institute of Bioorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: kovganko@iboch-bas.net.by*

Synthesis of androgen 19-nortestosterones via new synthetic scheme has been achieved. The synthesis commenced with commercially available testosterone propionate which was transformed to 3 β -acetoxy-17 β -propionyloxy-androst-5-en. Hypobromous acid was added to the 5(6)-double bond of the latter compound leading to 3-acetate 17-propionate 5-bromo-5 α -androstane-3 β ,6 β ,17 β -triol that was oxidized by lead tetraacetate giving the 3-acetate 17-propionate 5-bromo-6 β ,19-oxido-5 α -androstane-3 β ,17 β -diol. Selective hydrolysis of the acetate group of the latter provided 17-propionate 5-bromo-6 β ,19-oxido-5 α -androstane-3 β ,17 β -diol. Oxidation of the 3 β -hydroxy group of the obtained compound by chromic acid followed by reduction of the resulting 3-keto group by zinc dust in methylethylketone gave 19-hydroxytestosterone-17-propionate. Oxidation of the resulting 19-hydroxysteroid by chromic acid and subsequent decarboxylation of 19-carboxylic acid by its heating in a mixture of pyridine and benzene led to the target 19-nortestosterone propionate.

Keywords: 19-nortestosterone propionate, testosterone propionate, steroids, androgens, chemical synthesis.

Е. И. ГОРДАШНИКОВА, В. А. ГАЙДУКЕВИЧ, Л. А. ПОПОВА, В. А. КНИЖНИКОВ

ПРЕПАРАТИВНЫЙ СИНТЕЗ L-ПРОЛИЛ-L-ЛЕЙЦИЛГЛИЦИНА

*Институт физико-органической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: knizh@ifoch.bas-net.by*

L-пролил-L-лейцилглицин получен из L-пролил-L-лейцина с использованием для наращивания пептидной цепи методов активированных эфиров или смешанных ангидридов.

Ключевые слова: L-пролил-L-лейцилглицин, активированный эфир, смешанный ангидрид.

H. I. GORDASHNIKOVA, V. A. GAIDUKEVICH, L. A. POPOVA, V. A. KNIZHNIKOV

PREPARATIVE SYNTHESIS OF PROLYLLEUCYLGLYCINE

*Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: knizh@ifoch.bas-net.by*

Using methods of activated esters or mixed anhydrides to increase peptide chain, L-prolyl-L-leucylglycine has been prepared from L-prolyl-L-leucine.

Keywords: L-prolyl-L-leucylglycine, activated ester, mixed anhydride.

В. Н. КОВГАНКО¹, Н. Н. КОВГАНКО², И. Н. СЛАБКО²

СИНТЕЗ НОВЫХ 3-ФТОРАРИЛ-2-ИЗОКСАЗОЛИНОВ, ОБЛАДАЮЩИХ АНТИМИКОБАКТЕРИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

*¹Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь,
e-mail: umkauhanka@belstu.by*

*²Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь,
e-mail: KauhankaMM@bsmu.by*

Исходя из 3-(2,3-дифтор-4-метоксифенил)-5-гидроксиметил-2-изоксазолина синтезирован ряд фторбензоатов. Изучены антимикобактериальные свойства синтезированных соединений.

Ключевые слова: 2-изоксазолин, фторбензоаты, микобактерицидная активность.

U. M. KAUHANKA¹, M. M. KAUHANKA², I. N. SLABKO²

SYNTHESIS OF NEW 3-FLUOROARYL-2-ISOXAZOLINES WITH ANTIMYCOBACTERIAL PROPERTIES

*¹Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus,
e-mail: umkauhanka@belstu.by*

*²Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus,
e-mail: KauhankaMM@bsmu.by*

A number of fluorobenzoates have been synthesized from 3-(2,3-difluoro-4-methoxyphenyl)-5-hydroxymethyl-2-isoxazoline. Antimycobacterial properties of the synthesized compounds have been studied.

Keywords: 2-isoxazoline, fluorobenzoates, mycobacterial activity.

Е. А. СЕМЕНОВА, Е. А. ДИКУСАР

СИНТЕЗ АРОМАТИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНО ЗАМЕЩЕННЫХ АЗОМЕТИНОВ

*Институт физико-органической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: che.semenovaea@mail.ru, dikusar@ifoch.bas-net.by*

Описан синтез ароматических функционально замещенных производных азометинов конденсацией функционально замещенных ароматических альдегидов и ароматических аминов. Функционально замещенные азометины могут служить исходными соединениями для получения на их основе оптических материалов.

Ключевые слова: функционально замещенные производные азометинов, замещенные ароматические альдегиды, ароматические амины, производные ферроцена.

SYNTHESIS OF AROMATIC FUNCTIONALLY SUBSTITUTED AZOMETHINES

*Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: che.semenovaea@mail.ru, dikusar@ifoch.bas-net.by*

The synthesis of aromatic functionally substituted azomethines by condensation of functionally substituted aromatic aldehydes and aromatic amines has been described. The functionally substituted azomethines can serve as starting compounds for making optical materials.

Keywords: functionally substituted azomethine derivatives, substituted aromatic aldehydes, aromatic amines, ferrocene derivatives.

*A. Л. МИХАЛЬЧУК¹, Е. В. РУДАК¹, П. В. КУРМАН¹, С. В. БАБИЦКАЯ¹, М. А. КИСЕЛЬ¹,
Н. К. КАЛАНТАРЯН², Л. О. САГАТЕЛЯН², В. Б. ГОГИНЯН²*

СИНТЕЗ АЛИФАТИЧЕСКИХ ЭФИРОВ 5-АМИНОЛЕВУЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РОСТ ФОТОТРОФНЫХ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

*¹Институт биоорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: babitskaya@iboch.bas-net.by,*

²Научно-производственный центр «Армбиотехнология» НАН Армении, Ереван, Армения

Описан метод получения эфиров 5-аминолевулиновой кислоты (АЛК) с алифатическими спиртами (C1–C16). Определены температуры плавления, спектральные и хроматографические параметры полученных эфиров. Для гексилового эфира АЛК и более высших гомологов рассчитаны значения критических концентраций мицеллообразования (ККМ) в водном буферном растворе. Установлен стимулирующий эффект мицеллообразующих эфиров АЛК при концентрации 0,1 мМ на накопление сухой биомассы фототрофных микроводорослей *Chlorella* и *Scenedesmus obliquus* (106–182% к контролю).

Ключевые слова: эфиры 5-аминолевулиновой кислоты, критическая концентрация мицеллообразования, микроводоросли *Chlorella* и *Scenedesmus*, выход биомассы.

*A. L. MIKHALCHUK¹, E. V. RUDAK¹, P. V. KURMAN¹, S. V. BABITSKAYA¹, M. A. KISEL¹,
N. K. KALANTARYAN², L. H. SAGHATELYAN², V. B. GOGINYAN²*

SYNTHESIS OF ALIPHATIC ESTERS OF 5-AMINOLEVULINIC ACID AND THEIR EFFECT ON THE PHOTOTROPHIC MICROALGAE GROWTH

*¹Institute of Bioorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: babitskaya@iboch.bas-net.by,*

*²Scientific and Production Center “Armbiotechnology” of the National Academy of Sciences of Republic of Armenia,
Yerevan, Armenia*

Method for preparation of 5-aminolevulinic acid (ALA) aliphatic esters with aliphatic alcohols (C1–C16) is described. Melting points, spectral parameters and chromatographic characteristics for the esters obtained have been determined. Critical micelle concentration values of ALA hexyl ester and higher homologs in aqueous buffered system have been estimated. The stimulatory effect of micelle forming ALA esters at 0.1 mM concentration on the accumulation of phototrophic microalgae *Chlorella* and *Scenedesmus obliquus* dry biomass has been established (106–182% of the control).

Keywords: 5-aminolevulinic acid esters, critical micelle concentration, *Chlorella*, *Scenedesmus*, biomass yield.

*И. И. ВАШКЕВИЧ¹, Т. В. ТЕРЕНТЬЕВА¹, Г. С. КОРНИЛОВИЧ², Л. Н. СУХЕНКО²,
А. И. ШИБЕКО², О. В. СВИРИДОВ¹*

НОВЫЙ НАБОР РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ИММУНОФЕРМЕНТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ АФЛАТОКСИНА В₁ В КОРМАХ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

*¹Институт биоорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: vashkevich@iboch.bas-net.by,*

*²Центральная научно-исследовательская лаборатория хлебопродуктов, Минск, Беларусь,
e-mail: cnilhp@ya.ru*

Разработан и испытан набор реагентов ИФА-АФЛАТОКСИН для определения микотоксина афлатоксина В₁ в кормах и пищевой продукции методом прямого конкурентного иммуноферментного анализа в микропланшетном формате. Установленные технико-аналитические параметры набора и метрологические характеристики методики выполнения измерений соответствуют современному уровню развития иммуноанализа и позволяют с надлежащей точностью определять содержание афлатоксина В₁ в диапазоне от 2,0 до 50,0 мкг/кг в сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: микотоксины, афлатоксин В₁, иммуноферментный анализ.

NEW REAGENT KIT FOR ENZYME IMMUNOASSAY OF AFLATOXIN B₁ IN FEEDS AND FOODS

¹*Institute of Bioorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: vashkevich@iboch.bas-net.by,*

²*Central Research Laboratory of Bakeries, Minsk, Belarus, e-mail: cnilhp@ya.ru*

A reagent kit EIA-AFLATOXIN for the determination of mycotoxin (aflatoxin B₁) in feeds and foods by direct competitive enzyme immunoassay (EIA) has been developed and tested. The evaluated technico-analytical parameters of the kit and metrological characteristics of the measurement technique correspond to the modern level of EIA development and provide the determination of aflatoxin B1 content in agricultural products in the range from 2.0 to 50.0 µg/kg with proper accuracy and precision.

Keywords: mycotoxins, aflatoxin B₁, enzyme immunoassay.

A. M. ГОРЬКАВАЯ, Г. В. СЕРГЕЕВ, А. А. ГИЛЕП

МОЛЕКУЛЯРНОЕ КЛОНИРОВАНИЕ, ГЕТЕРОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПРЕССИЯ И ПОЛУЧЕНИЕ РЕКОМБИНАНТНОГО СОМАТОТРОПИНА *GALLUS GALLUS*

*Институт биоорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: annagorkavaya@gmail.com, gvserg@iboch.bas-net.by, agilep@iboch.bas-net.by*

Соматотропины относятся к группе полипептидных гормонов, запускающих различные каскады биохимических процессов. Основная функция соматотропина – влияние на анаболические и катаболические процессы организма, а также иммуномодулирующая функция. В представленной работе проведено молекулярное клонирование, гетерологическая экспрессия и очистка рекомбинантного соматотропина *Gallus gallus*. Созданы две технологические схемы получения соматотропина: бактериальная экспрессия с последующей солюбилизацией телец включения и периплазматическая экспрессия соматотропина в бактериальных клетках. Выход целевого гормона составил 2,43 и 15 мг белка на литр культуральной среды соответственно. В работе показано, что наиболее оптимальной является стратегия периплазматической экспрессии, при которой нет необходимости в сложных процедурах солюбилизации и рефолдинга и получаемый белковый продукт характеризуется более высоким выходом и степенью очистки.

Ключевые слова: соматотропин, рекомбинантный белок, бактериальная экспрессия, периплазматическая экспрессия, *E.coli*, *G. gallus*.

A. M. GORKAVAYA, G. V. SERGEEV, A. A. GILEP

MOLECULAR CLONING, HETEROLOGICAL EXPRESSION AND PRODUCTION OF THE RECOMBINANT *G. GALLUS* GROWTH HORMONE

*Institute of Bioorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: annagorkavaya@gmail.com, gvserg@iboch.bas-net.by, agilep@iboch.bas-net.by*

Growth hormones (GH) are polypeptides that trigger different biochemical pathways. GH main function is to regulate anabolic and catabolic processes. GH also plays an important role as immunomodulator. In this paper, molecular cloning, heterologous expression and purification of the recombinant *G. gallus* growth hormone have been conducted. Two biotechnological schemes have been developed: cytosol expression followed by inclusion bodies solubilisation and periplasmic secretion. Expression levels of 2.43 and 15 mg per 1 liter of bacterial culture respectively were achieved. It has been shown that the best way of expression is periplasmic secretion, which does not require complex solubilisation and refolding procedures and results in higher product yield and purity.

Keywords: growth hormone, recombinant protein, bacterial expression, periplasmic secretion, *E.coli*, *G. gallus*.

*Ф. С. ПАШКОВСКИЙ, М. А. ШИНКОВИЧ, Ф. А. ЛАХВИЧ,
М. Б. ГОЛУБЕВА, Б. Б. КУЗЬМИЦКИЙ*

СИНТЕЗ И ИММУНОМОДУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ 13-АЗА-11-ОКСА-9-ОКСО-10-МЕТИЛ-5-(3-МЕТОКСИФЕНИЛ)- 1,2,3,4-ТЕТРАНОРПРОСТ-8(12)-ЕНА

*Институт биоорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: pashkovsky61@mail.ru*

Описаны результаты исследования иммуномодулирующей активности полученного авторами ранее 13-аза-11-окса-9-оксо-10-метил-5-(3-метоксифенил)-1,2,3,4-тетранорпрост-8(12)-ена и альтернативный метод его синтеза, включающий использование кислоты Мельдрума в качестве доступного исходного соединения.

Ключевые слова: аналоги простагландинов, 11-окса-13-азапростаноид, иммуномодулирующая активность, кислота Мельдрума, органический синтез.

**SYNTHESIS AND IMMUNOMODULATING ACTIVITY
OF 13-AZA-11-OXA-9-OXO-10-METHYL-5-(3-METHOXYPHENYL)-1,2,3,4-TETRANORPROST-8(12)-ENE**

*Institute of Bioorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: pashkovsky61@mail.ru*

Immunomodulating activity of 13-aza-11-oxa-9-oxo-10-methyl-5-(3-methoxyphenyl)-1,2,3,4-tetranorprost-8(12)-ene obtained by us earlier is discussed. Alternative method of its synthesis on the basis of Meldrum's acid as a readily available starting material is described.

Keywords: prostaglandin analogues, 11-oxa-13-azaprostanoid, immunomodulating activity, Meldrum's acid, organic synthesis.

*A. K. КАРАБАНОВ¹, А. В. МАТВЕЕВ¹, Н. Т. ГИНДЮК², В. В. ГИНДЮК², В. И. МИЦУРА³,
И. В. ЖУК⁴, Л. Л. ВАСИЛЕВСКИЙ⁴, Т. Г. ЛЕОНТЬЕВА⁴, Ж. А. ЛУКАШЕВИЧ⁴*

**РАДОН В ВОЗДУХЕ ЗДАНИЙ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ
БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ И ЭФФЕКТИВНЫЕ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ,
ОБУСЛОВЛЕННЫЕ РАДОНОМ-222 И ДОЧЕРНИМИ ПРОДУКТАМИ ЕГО РАСПАДА**

*¹Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: karabanov@ecology.basnet.by, matveyev@nature.basnet.by,*

*²Брестский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, Брест, Беларусь,
e-mail: oogie@brest.by*

³Брестский зональный центр гигиены и эпидемиологии, Брест, Беларусь, e-mail: brestses@brest.by

*⁴Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – «Сосны» НАН Беларуси,
Минск, Беларусь, e-mail: zhuk@sosny.bas-net.by, lab13sosny@gmail.com, t.leontieva@tut.by*

Проведен анализ особенностей геологического строения территории Брестской области, на основе которого выбраны населенные пункты для мониторинга радона. Описана методика и представлены результаты исследований объемной активности радона в воздухе жилых, общественных и производственных зданий, эквивалентной равновесной объемной активности радона (ЭРОА_{Rn}) и годовых эффективных доз (E_{Rn}) облучения населения, обусловленных радонотом и его дочерними продуктами распада. Средние значения ЭРОА_{Rn} в различных административных районах Брестской области варьируются от 15 до 60 Бк/м³. Значение ЭРОА_{Rn} более 200 Бк/м³ определено в одном помещении Каменецкого района Брестской области. Максимальные значения среднегодовых эффективных доз облучения населения составляют от 6,8 до 13,9 мЗв/год.

Ключевые слова: радон, радиоактивное облучение, мониторинг радона, объемная активность радона, Брестская область.

*A. K. KARABANOV¹, A. V. MATVEYEV¹, N. T. GINDYUK², V. V. GINDYUK², V. I. MITSURA³, I. V. ZHUK⁴,
L. L. VASILEVSKIJ⁴, T. G. LEONTIEVA⁴, J. A. LUKASHEVICH⁴*

**RADON IN AIR INSIDE BUILDINGS IN SETTLEMENTS OF BREST REGION AND EFFECTIVE DOSES
OF POPULATION IRRADIATION CAUSED BY RADON-222 AND PRODUCTS OF ITS DECAY**

*¹Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: karabanov@ecology.basnet.by, matveyev@nature.basnet.by,*

²Brest Regional Centre of Hygiene, Epidemiology and Public Health Brest, Belarus, e-mail: oogie@brest.by,

³Brest Zonal Center of Hygiene and Epidemiology, Brest, Belarus, e-mail: brestses@brest.by,

*⁴Joint Institute for Power and Nuclear Research – “Sosny” of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: zhuk@sosny.bas-net.by, lab13sosny@gmail.com, t.leontieva@tut.by*

The analysis of specific features of the geological structure within the Brest region territory has been performed, on the basis of which settlements for radon monitoring have been selected. The technique has been described and results of the volume activity of radon in air of living, public and industrial buildings, equivalent to equilibrium volume activity of radon (EROA_{Rn}) and annual effective doses (E_{Rn}) population's irradiation caused by radon and its decay products, have been shown. Average values in various administrative districts of Brest region are within the range from 15 to 60 Bq/m³. The value of 200 Bq/m³ has been determined in one building of Kamenets district of Brest region. The maximum average of annual effective doses of population's irradiation is from 6,8 to 13,9 mSv/year.

Keywords: radon, radiation exposure, radon monitoring, radon volume activity, Brest region.

*A. P. ЦЫГАНОВ¹, А. Э. ТОМСОН¹, С. Г. ПРОХОРОВ², В. П. СТРИГУЦКИЙ¹,
Т. В. СОКОЛОВА¹, В. С. ПЕХТЕРЕВА¹, К. Г. БОГОЛИЦЫН³, С. Б. СЕЛЯНИНА³*

МЕХАНИЗМ СТАБИЛЬНОСТИ ТОРФЯНЫХ БИТУМОВ

*¹Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: nature@ecology.basnet.by,*

²Чистопольский филиал «Восток» ФГБОУ ВПО КАИ, Чистополь, Россия,

*³Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Архангельск, Россия,
e-mail: smssb@yandex.ru*

Установлено, что стабильность торфяных битумов в процессе метаморфизма обязана наличию систем «квазиполисопряжения», обусловленных синергическим эффектом взаимодействия одиночных ароматических колец и водородных связей функциональных групп.

Ключевые слова: торф, битумы, спектры ЭПР, парамагнетизм, системы молекулярного полисопряжения и квазиполисопряжения.

*A. R. TSYHANOV¹, A. E. TOMPSON¹, S. G. PROHOROV², V. P. STRIGUTSKIJ¹,
T. V. SOKOLOVA¹, V. S. PEHTEREVA¹, K. G. BOGOLITSYN³, S. B. SELYANINA³*

THE STABILITY MECHANISM OF PEAT BITUMENS

*¹Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail nature@ecology.basnet.by,*

²Chistopol branch «Vostok» FSE HPE KAI, Chistopol, Russia,

*³Institute of Ecological Problem of North UrBr RAS, Arhangelsk, Russia,
e-mail: smssb@yandex.ru*

It has been established that the reason for stability of peat bitumens during metamorphism process is the presence of “quasipolyconjugation” systems caused by synergistic effect of the interaction of individual aromatic rings and hydrogen bondings functional groups.

Keywords: peat, bitumen, EPR spectra, paramagnetism, molecular polyconjugation, quasipolyconjugation.

И. А. ЛЕВИЦКИЙ, Л. Ф. ПАПКО, М. В. ДЯДЕНКО

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БОРОСИЛИКАТНЫХ СТЕКОЛ

*Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь,
e-mail: keramika@belstu.by*

Представлены результаты исследования стекол системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ при молярном соотношении модификаторов $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$, равном 2:1. Установлено, что рост соотношения $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{B}_2\text{O}_3$ в составе стекол вызывает увеличение низкотемпературной вязкости и градиента вязкости в интервале значений 10^9-10^4 Па·с. Установленные температурные зависимости вязкости позволяют оптимизировать составы боросиликатных стекол с заданными характеристиками, а также технологические параметры их синтеза и формования.

Ключевые слова: стекло боросиликатное, вязкость, хрупкость, температурный коэффициент линейного расширения, структура.

I. A. LEVITSKI, L. F. PAPKO, M. V. DYADENKO

EFFECT OF MODIFIERS ON RHEOLOGICAL AND THERMAL PROPERTIES OF BOROSILICATE GLASSES

*Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus,
e-mail: keramika@belstu.by*

Results of research for the glass system $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ at 2:1 molar ratio of $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ modifiers are presented. It has been found that increasing $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{B}_2\text{O}_3$ ratio in glass compositions leads to higher low-temperature viscosity and viscosity gradient in the range of 10^9-10^4 Pa·s. The established temperature dependences of viscosity allow to optimize borosilicate glass compositions with predetermined characteristics, as well as technological parameters of their synthesis and formation.

Keywords: borosilicate glass, viscosity, fragility, temperature coefficient of linear expansion, structure.

И. М. ТЕРЕЩЕНКО, О. Б. ДОРМЕШКИН, А. П. КРАВЧУК, Б. П. ЖИХ

ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ ПОЛИСИЛИКАТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВСПЕНЕННЫХ ВОДОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ ТИПА $R_2O \cdot nSiO_2$

*Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь,
e-mail: terechtchenko@belstu.by, dormeshkin@yandex.ru,
kravchuk@belstu.by, zhih@belstu.by*

Установлены закономерности синтеза полисиликатов натрия из суспензий аморфного кремнеземистого сырья с ограниченным водосодержанием. Получены гранулированные теплоизоляционные материалы с хорошими тепло- и звукоизоляционными характеристиками.

Ключевые слова: полисиликаты натрия, синтез, кремнегель.

I. M. TERESCHENKO, O. B. DORMESHKIN, A. P. KRAVCHUK, B. P. ZHIIH

HYDROTHERMAL SYNTHESIS OF POLYSILICATES IN PRODUCTION OF FOAM WATER-RESISTANT $R_2O \cdot nSiO_2$ MATERIALS

*Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus,
e-mail: terechtchenko@belstu.by, dormeshkin@yandex.ru, kravchuk@belstu.by, zhih@belstu.by*

Regularities of sodium polysilicates' synthesis from suspensions of amorphous silica materials with limited water content have been established. Granular insulating materials with good heat and sound insulating properties have been obtained.

Keywords: sodium polysilicates, synthesis, silica gel.

К. Б. ПОДБОЛОТОВ¹, Т. В. БАРИНОВА²

СИНТЕЗ КЕРАМИКИ СО СТРУКТУРОЙ ПИРОХЛОРА ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ АКТИНИДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

*¹ Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь,
e-mail: k.podbolotov@yahoo.com,*

*² Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН (ИСМАН),
Черноголовка, Россия, e-mail: tbarinova@ism.ac.ru*

Приведены исследования по самораспространяющемуся высокотемпературному синтезу минералоподобных матриц на основе фаз пирохлора ($Y_2Ti_2O_7$) и цирконолита ($CaZrTi_2O_7$) для иммобилизации актинидсодержащих отходов (ВАО). Показаны результаты термодинамического анализа в системе $Ti - ZrO_2 - CaO - Y_2O_3 - Me_nO_m$ ($Me = Mo, Fe, Ni, Cr, Mn, Cu$). Выявлены зависимости образования и соотношения кристаллических фаз в СВС-продуктах от состава шихты и концентрации ВАО. Показана возможность получения матриц на основе структуры титанатного пирохлора состава $Y_2Ti_2O_7$, обогащенного цирконием.

Ключевые слова: Иммобилизация, самораспространяющийся высокотемпературный синтез, пирохлор, цирконолит, актинидсодержащие отходы.

К. В. PODBOLOTOV¹, T. V. BARINOVA²

SYNTHESIS OF CERAMICS WITH PYROCHLORE STRUCTURE FOR IMMOBILIZATION OF ACTINIDE-CONTAINING WASTE

¹ Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus, e-mail: k.podbolotov@yahoo.com,

² Institute of Structural Macrokinetics and Materials Science RAS, Chernogolovka, Russia, e-mail: tbarinova@ism.ac.ru

The article presents a study on self-propagating high-temperature synthesis of mineral matrix based on the pyrochlore phase ($Y_2Ti_2O_7$) and zirconolite ($CaZrTi_2O_7$) for immobilization of actinide waste (HLW). The results of thermodynamic analysis of system $Ti - ZrO_2 - CaO - Y_2O_3 - Me_nO_m$ ($Me = Mo, Fe, Ni, Cr, Mn, Cu$) are presented. The formation and mass ratio of crystalline phases in the SHS products have been found to depend both on the charge composition and on the concentration of HLW. The possibility of producing a matrix based on the structure of pyrochlore titanate $Y_2Ti_2O_7$ enriched with zirconium has been demonstrated.

Keywords: immobilization, self-propagating high-temperature synthesis, pyrochlore, zirconolite, actinide-containing wastes.

Е. П. ШИШАКОВ, С. И. ШПАК, П. А. ЧУБИС, М. О. ШЕВЧУК, В. В. КОВАЛЬ

КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫЕ СМОЛЫ, НАПОЛНЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИМ ДИОКСИДОМ КРЕМНИЯ

*Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь,
e-mail: eshishakov@mail.ru*

Изучено влияние диоксида кремния (ДОК) на физико-химические свойства карбамидоформальдегидных смол (КФС) и фанеры, изготовленной с использованием наполненных смол. Добавка ДОК в смолу приводит к увеличению ее кислотности и повышению реакционной способности. При этом снижается расход катализатора отверждения смолы в 1,5–2,0 раза, а фанера, полученная с использованием ДОК, имеет более высокую механическую прочность.

Ключевые слова: карбамидоформальдегидная смола, диоксид кремния, катализаторы, фанера.

E. P. SHISHAKOV, S. I. SHPAK, P. A. CHUBIS, M. A. SHAUCHUK, V. V. KOVAL'

UREA-FORMALDEHYDE RESINS FILLED WITH SILICON DIOXIDE

*Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus,
e-mail: eshishakov@mail.ru*

The effect of silicon dioxide (SDO) on the physico-chemical properties of urea-formaldehyde resins and plywood made with the modified resins, has been studied. SDO addition to the resin increases its acidity and reactivity. This reduces the consumption of catalyst for resin curing 1,5–2,0 times, and plywood, obtained using SDO, has higher mechanical strength.

Keywords: urea-formaldehyde resin, silicon dioxide, catalysts, plywood.

Н. М. БОБКОВА, Е. Е. ТРУСОВА

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ СУЛЬФАТА НАТРИЯ В СИЛИКАТНЫХ РАСПЛАВАХ

*Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь,
e-mail: bobkova@belstu.by, trusovakaterina@mail.ru*

Приведены результаты исследования поведения сульфата натрия в силикатных расплавах при различных условиях синтеза как перспективного компонента шихты для получения полых стеклянных микросфер.

Ключевые слова: полые стеклянные микросферы, силикатный расплав, газообразующие компоненты, сульфат натрия.

N. M. BOBKOVA, E. E. TRUSOVA

ABOUT SODIUM SULFATE BEHAVIOR IN THE SILICATE MELTS

*Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus,
e-mail: bobkova@belstu.by, trusovakaterina@mail.ru*

Knowledge on sodium sulfate behavior in the silicate melts at the different synthesis conditions as a promising component of the batch for the production of hollow glass microspheres was extended.

Keywords: hollow glass microspheres, silicate melts, gas-forming components, sodium sulfate.