

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Материалы
II научно-практической молодежной конференции
с международным участием
(г. Уфа, 18-21 октября 2016 г.)*

**Уфа
РИЦ БашГУ
2016**

УДК 620.2
ББК 30.3
С56

*Печатается по решению кафедры инженерной физики и физики
материалов инженерного факультета БашГУ
при финансовой поддержки Российского фонда фундаментальных
исследований (соглашение №16-33-10388/16).
Протокол № 3 от 05.10.2016 г.*

Редакционная коллегия

док.техн. наук, проф. **У.Ш.Шаяхметов** (отв. редактор);
канд. пед. наук, доцент **Г.С.Батршина** (отв. секретарь);
док. ф-м. наук, проф. **И.А.Фахретдинов**;
канд. ф-м. наук, доцент **А.В.Захаров**;
канд. ф-м. наук, доцент **В.Р.Гурьянова**;
канд. ф-м. наук, доцент **А.Р.Хамидуллин**;
канд. ф-м. наук, доцент **В.В.Чудинов**;
канд.хим.наук, доцент **Р.М.Халиков**
методист **В. С.Третьякова**

Современные технологии композиционных материалов:

С56 материалы II научно- практической молодежной конференции с международным участием (г.Уфа, 18-21 октября 2016 г.) / отв. ред. У.Ш.Шаяхметов. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2016. – 376 с.

ISBN 978-5-7477-4188-1

В сборник включены тезисы и статьи научных исследований по современным технологиям композиционных материалов, физико-химическим основам формирования структуры композиционных материалов, нанотехнологиям в материаловедении, некоторым вопросам сырьевых материалов, технологиям оборудования высокотемпературных материалов, компьютерному моделированию технологий, технологиям экструзии композиционной керамики, а также структура и анализ содержания профессиональных стандартов в области материаловедения. Здесь представлены тематические и научные статьи сотрудников Башкирского государственного университета, отражающие научные исследования в области материаловедения и сопутствующих направлений за последние годы.

Предназначено для научных работников, преподавателей, аспирантов, студентов и специалистов, занятых разработкой современных технологий композиционных материалов.

УДК 620.2
ББК 30.3

ISBN 978-5-7477-4188-1

БашГУ, 2016

**Уважаемые участники молодежной научно-практической конференции
«Современные технологии композиционных материалов»
Уважаемые коллеги! Дорогие друзья!**



Наш университет 18-21 октября 2016 г. проводит очередную научно-практическую конференцию, посвященную актуальным вопросам технологии материалов. Эта конференция проходит в то время, когда перед российским высшим образованием на первый план выходят задачи концентрации сил и ресурсов с целью нахождения принципиально новых решений в сфере производства и производств современных и перспективных материалов в частности.

Этого требуют от нас план развития России, указы президента В.В. Путина, международная обстановка.

Требуют от нас подготовки творческих инженерных кадров и научной деятельности молодых профессионалов, аспирантов, магистрантов и студентов.

Для современной России эффективно функционирующее высшее образование – это ключевой, во многом решающий элемент инновационно-ориентированного развития экономики страны, повышения ее конкурентоспособности. Надеюсь, что проводимая Башкирским государственным университетом конференция позволит многим участникам довести до работников производства свои идеи, а производственникам озвучить свои задачи, установить тесный контакт в научной и производственной сфере.

В заключение хочу пожелать всем участникам конференции здоровья и творческих успехов в работе!

Председатель оргкомитета конференции, ректор БашГУ,
доктор физико-математических наук, профессор
Морозкин Николай Данилович.

Уважаемые участники конференции!



Современное отечественное образование направлено на развитие творческих способностей подрастающего поколения. Особое внимание уделяется подготовке профессионалов в области технологии современного материаловедения. Приоритетными направлениями сегодня являются композиционные материалы и их технологии, технологии керамических материалов, нанотехнологии, компьютерное моделирование технологий.

В 2016 году в конференции «Современные технологии композиционных материалов» принимают участие ученые, преподаватели и студенты из образовательных и производственных организаций 13 регионов Российской Федерации, среди них: Москва, Оренбург, Екатеринбург, Челябинск, Курск, Стерлитамак, Уфа, Бирск, и др. Также участниками нынешней конференции стали специалисты Германии, Белорусии, Казахстан и т.д. Общее количество участников конференции составляет 280 человек: 161 студентов, более 100 научных работников и 7 представителей производства в области керамики.

Сегодня важно двигаться вперед к высокотехнологичному производству. Именно от энергии и таланта молодых во многом зависит развитие наукоемких и инновационных производств, укрепление конкурентоспособности отечественных предприятий.

Коллектив Башкирского государственного университета рад в очередной раз принимать у себя участников конференции и надеется на дальнейшее продолжение плодотворного сотрудничества учреждений науки, производственных предприятий и сферы образования в деле разработки новых, уникальных материалов, развития интеллектуального, исследовательского и творческого потенциала молодежи и внедрения инновационных технологий на производстве.

Председатель конференции, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной физики и физики материалов
Шаяхметов Ульфат Шайхизаманович.

Уважаемые участники конференции и их научные руководители!



В государстве проводится множество интеллектуальных и творческих мероприятий направленных, в том числе, на выявление и развитие у молодежи интереса к научно-исследовательской деятельности. Ваше участие во II Всероссийской научно-практической молодежной конференции с международным участием «Современные технологии композиционных материалов» также доказывает актуальность данного направления.

Подготовка и участие в мероприятии подобного уровня – это большой труд как для обучающегося, так и для его руководителя. Надеюсь, что работа на конференции позволит ее молодым участникам открыть в себе новые, еще неизведанные грани своего таланта, а научным руководителям – продолжить совершенствовать свое профессиональное мастерство.

Желаю плодотворной работы на конференции!

Сопредседатель оргкомитета конференции, заведующий кафедрой физической химии и химической экологии Химического факультета БашГУ, доктор химических наук, профессор, академик АН РБ
Мустафин Ахат Газизьянович.

Уважаемые участники конференции!



Участие во II Всероссийской научно-практической молодежной конференции с международным участием «Современные технологии композиционных материалов» способствует обучающимся учреждений общего, профессионального и высшего образования развивать творческие способности и интерес к научно-исследовательской деятельности. Способствует их профессиональной ориентации и профессиональному становлению.

Сегодня главное богатство общества - талантливая молодежь!

Данная конференция направлена на развитие креативных и интеллектуальных способностей, которые позволяют молодым участникам глубоко овладеть необходимыми для профессиональной деятельности компетенциями.

Уверен, что Ваши таланты, знания и молодая энергия позволят России сделать уверенный шаг в стабильное и благополучное будущее!

Желаю участникам конференции плодотворной и успешной работы!

Сопредседатель оргкомитета конференции, доктор физико-математических наук, профессор, Отличник образования РБ, Почетный работник ВПО РФ
Маликов Рамиль Фарукович.

Уважаемые участники конференции!



Проведение молодежной научно-практической конференции «Современные технологии композиционных материалов» стало хорошей традицией для Инженерного факультета БашГУ. Такая форма общения молодежи и их наставников оказалась актуальной и крайне полезной.

Эта конференция отличается широтой направлений, от современных технологий до образовательных проблем в области материаловедения.

Сегодня государство ставит перед системой образования задачи подготовки квалифицированных специалистов, владеющих передовыми технологиями, отвечающих требованиям современного производства, способных работать творчески. Уверен, что конференция поможет Вам, дорогие друзья, развить творческие способности, получить профессиональное признание, ощутить востребованность своих знаний, умений, исследовательского и творческого потенциала, найти свое место в современном мире.

Желаю Вам творческих успехов!

Сопредседатель оргкомитета конференции, канд. физ.-матем. наук, доцент,
заведующий кафедрой высшей и прикладной математики БФ БашГУ
Чудинов Валерий Валентинович

Вклад Украинских ученых в становлении материаловедения в Уфе.



В глубокой древности один из мировых центров керамического и металлургического производства был на Южном Урале в Стране Городов. В годы гражданской войны и разрухи правительство нашло силы для создания ряда научно-исследовательских институтов по основным разделам естествознания и техники, в том числе в области и черной

металлургии. В 1920г. в Петрограде был основан научно-исследовательский и проектный институт механической обработки полезных ископаемых «Механобр».

В дальнейшем организовали еще ряд институтов – «Стальпроект» (1924г.), Гипромез (1926г.), «Гипросталь» (1928г.), «Гипрококс», «Гипроруда» и «Южгипроруда» (1931г.). Потребность в их создании диктовало развернутое в этот период огромное строительство промышленных предприятий. В тридцатые годы научные исследования в области черной металлургии проводились, в основном, в Украинском научно-исследовательском институте металлов, который был создан в 1928г. в Харькове и являлся единственным институтом общеметаллургического профиля. В предвоенные годы 1939г. был создан Институт металлов АН СССР (ныне имени А.А. Байкова), в 1944г. – Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии – ЦНИИЧМ (ныне имени И.П. Бардина), в 1943г. - Центральный институт научно-технической информации черной металлургии. 9 декабря 1939г. был основан Институт черной металлургии Академии наук УССР с базированием в Харькове. Организации института металлургического профиля в системе Академии наук УССР предшествовало ее пополнение в том же году рядом ученых-металлургов. В феврале 1939г, академиками АН УССР были избраны М.В. Луговцов, Н.Н. Доброхотов, В.Н. Свечников, Г.В. Курдюмов; членами-корреспондентами – В.Е. Васильев, П.Т. Емельяненко. Эти ученые, а так- же И.Н. Францевич (член-корреспондент АН УССР с 1934г.) возглавили основные отделы вновь созданного института. Организация работы ИЧМ АН УССР была поручена его первому директору, академику АН УССР М.В. Луговцову. Это был видный ученый, который внес весомый вклад в развитие отечественной металлургии. Выпускник Екатеринославского горного института, М.В. Луговцов долгое время работал инженером на металлургических заводах

Донбасса. Под его руководством в 1921г. был восстановлен и реконструирован Юзовский (ныне Донецкий) металлургический завод. В 1925г., работая техническим директором Макеевского комбината, М.В. Луговцов возглавил его реконструкцию. Разработанный под его руководством проект был принят съездом профессоров и главных инженеров «Югостали», в работе которого принимали участие известные металлурги и ученые М.А. Павлов, И.П. Бардин, В.Е. Грум-Гржимайло. Американская делегация, посетившая в предвоенные годы этот завод, заявила, что «невозможно судить о развитии металлургической техники, не побывав в Макеевке». Именно здесь под руководством М.В. Луговцова была задута в 1928г. первая в Советском Союзе мощная по тому времени механизированная доменная печь № 4. Заместителем по научной работе Института черной металлургии назначен член-корреспондент АН УССР кандидат химических наук И.Н. Францевич.

Территориально Институт базировался в нескольких городах: в Харькове (с численностью 38 штатных единиц) находились отделы доменный (руководитель М.В. Луговцов) и металловедения (руководитель И.Н. Францевич); в Днепропетровске (с численностью 23 штатных единицы) находились отделы сталеплавильный (руководитель Н.Н. Доброхотов), металловедения (руководитель В.Н. Свечников), прокатный (руководитель П.Т. Емельяненко). В Киеве находился отдел общей металлургии (руководитель В.Е. Васильев).

Материаловедение как наука стала возрождаться в Уфе во время ВОВ, когда ведущие ученые и специалисты из Харькова, такие как И.Н. Францевич, были эвакуированы в Уфу. Их идеи подхватили молодые уфимские ученые в авиационном институте. Там была создана кафедра материаловедения, СКТБ «Тантал» и, наконец, основан Институт проблем сверхпластичности металлов. К ним относятся в первую очередь О.А. Кайбышев и Р.З. Валеев.

Исследования керамики активно проводились в Киеве. Там обучались в аспирантуре и докторантуре Уфимские ученые Р.А. Амиров и У.Ш. Шаяхметов, которые у себя в Башкирии заложили ростки производства технической керамики и исследований их состава, структуры, физико – химических свойств. Ими было создано предприятие «Керам» и на инженерном факультете БашГУ создана и успешно работает кафедра инженерной физики и физики материалов, специализирующейся на исследованиях технологий керамического производства технической и строительной керамики.

Примеры Украинских ученых, таких как М.В. Луговцев и И.Н. Францевич, воодушевляют нас и вселяют надежду, что из маленьких групп ученых, восстанавливающих тематику материаловедения и керамического производства в России, вырастут коллективы, которые своими работами и трудом снова удивят весь мир и США в том числе.

Секретарь секции конференции, кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры инженерной физики и физики материалов Инженерного факультета БашГУ.

Захаров Александр Васильевич

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ I СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	21
СРАВНЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ПОЛИЭТИЛЕНА И ПОЛИПРОПИЛЕНА, НАПОЛНЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИМ УГЛЕРОДОМ МАРКИ «Printex XE-2B» И МАРКИ П805Э	
Басыров А.А., Колтаев Н.В.	21
ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПВА НАПОЛНЕННЫХ СВИНЦОМ.	
Басыров А.А., Николаев А.В., Гадеев А.С.....	22
ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПЕРИОДАТНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА СТЕПЕНЬ ЕЕ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ	
Билялова Р.Р., Ямансарова Э.Т.	23
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ	
Бурасова Ю.К., Шаяхметов У.Ш.	25
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ АЛЮМИНИЯ И УГЛЕРОДА В ИСХОДНОЙ ШИХТЕ НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И СТРУКТУРУ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МАХ-ФАЗ СИСТЕМЫ Ti - Al - C, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ СВС-ПРЕССОВАНИЯ	
Галышев С. Н., Зарипов Н.Г. , Бажин П. М. , Столин А. М.	26
ПИГМЕНТЫ ДЛЯ САНКЕРАМИКИ	
Dipl. Min. Thomas Guth	31
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВКИ АЛЮМОМАГНЕЗИАЛЬНОЙ ШПИНЕЛИ НА СПЕКАНИЕ И СВОЙСТВА КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ЧАСТИЧНО СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ	
Дейнега Г. И., Попова Н. А., Лукин Е. С.	32
ЗАКАЛОЧНЫЕ ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ДИЛАТОМЕТРЫ TA INSTRUMENTS ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ТРУБНОЙ СТАЛИ И ПРОКАТА	
Демченко Д.Н., Ахметов М.Ф.....	35
ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ДИОКТИЛФТАЛАТА	
Залимова М.М., Мазина Л.А.	36
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПЕЧАТИ ТРЕХМЕРНЫХ ПРОТОТИПОВ АБС ПЛАСТИКОМ.	
Зарипов Т.Ф., Басыров А.А.	38
БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ	
Исмагилова Г. Р., Никитина В. С.....	39
КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ КЕРАМИКИ $\text{Sr}_{0.9}\text{Ba}_{0.1}\text{TiO}_3\text{—Co}_{0.8}\text{Cu}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$	
Калганов Д.А., Латыпов А.Р.	41

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЧ-ВЛАГОМЕРА В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	
Ковалева А.А.....	41
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН С АНАЛОГИЧНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ КОММЕРЧЕСКИ ДОСТУПНЫХ МЕМБРАН	
Козловский А.Л., Здоровец М.В., Архангельски Е.....	43
ГИБРИДНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	
Латыпова А. Р., Мельникова А. Я.	47
ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА	
Мингазова А.Р., Нуриманова Э.С., Захаров В.П.....	49
ПРОИЗВОДСТВО ПРОТИВОКОРРОЗИОННОГО ПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ И СТАЛЬНЫХ ТРУБ НА АО «ТАРГИН»	
Мухаметдинов И.И., Шаймиев А.Р., Смагин С.И., Смагина Р.М.	52
Cr_2ZrCl_2 КАТАЛИЗИРУЕМОЕ МЕТИЛАЛЮМИНИРОВАНИЕ 1-АЛКИНИЛСУЛЬФОНОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ Me_3Al	
Надршина З.И., Кадикова Р.Н., Рамазанов И.Р., Вяткин А.В., Джемилев У.М. ..	55
ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ ТРЕХМЕРНЫЕ ПРОТОТИПЫ ПОСТОЯННЫХ РЕЗИСТОРОВ НА ОСНОВЕ ПВА КОМПОЗИЦИЙ	
Николаева А.А., Басыров А.А.....	56
РАСТВОРИМОСТЬ СОПОЛИМЕРА НА ОСНОВЕ АНИЛИНА И 2-[(1S)- ЦИКЛОПЕНТ-2-ЕН-1-ИЛ]АНИЛИНА	
Патрушев Н. В., Биглова Ю. Н., Шигапова А. Р.	57
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА АРМИРОВАНИЯ НЕСУЩИХ СЛОЕВ ИЗ ГРУНТОВ И КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ГЕОРЕШЕТКАМИ. МЕТОДИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ	
Почерняев Д.С., Масалов А.В., Савельева Е.В.	58
ДИХЛОРЦИКЛОПРОПАНОВЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНОГО 1,2- ПОЛИБУТАДИЕНА	
Сагдеева А.С., Глазырин А.Б.	61
ВЛИЯНИЕ НАПРАВЛЕННОГО АРМИРОВАНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ ОБРАЗЦОВ БАЗАЛЬТОВЫМ РОВИНГОМ НА ПРОЧНОСТЬ ПРИ ИЗГИБЕ	
Ступишин Л.Ю., Кузьменко А.П., Савельева Е.В., Масалов А.В., Тет Пьо Наинг	63
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИОННОЙ АРМАТУРЫ НА ОСНОВЕ БАЗАЛЬТОВОЙ КОМПЛЕКСНОЙ НИТИ	
Ступишин Л.Ю., Савельева Е.В., Масалов А.В., Почерняев Д.А.	67
ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ 1,2-СПБ	
Султанов А.И., Басыров А.А.....	70
ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ЧЕРНОТЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛА И ТЕПЛОВОСПРИНИМАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ПРОЦЕСС ТЕПЛООБМЕНА	

Фахретдинов И.А., Шаяхметов А.К.	71
ТЕХНОЛОГИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗОЛИРОВАННЫХ КОЛЕЦ	
Фахретдинов И.А., Баймухаметов В.И., Дубинин Я.В., Хисматуллин М.Г.	73
СЕКЦИЯ II. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ	
СТРУКТУРЫ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	
SYNTHESES OF BaTiO ₃ WITH THE USING OF MECHANICALLY	75
ACTIVATED BaO ₂ and TiO ₂	
Akhmetshin B.S., Sadikov A. I, Massalimov I.A	75
МЕТОД ИЗГОТОВКИ ЛЕГКОВЕСНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ХИМИЧЕСКИХ	
СВЯЗУЮЩИХ	
Ахметшина Г.Г., Шайбеков Р.Р., Юмабаев Ю.С., Габдуллин А.У.	77
О ВОЗМОЖНОСТИ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ГЕТЕРОФАЗНЫХ СТРУКТУР	
ПУТЕМ СВЧ ВОЗДЕЙСТВИЯ	
Багдасарян Л.С.	79
СОВМЕСТНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ Mo УГЛЕРОДОМ ИЗ ОКСИДНОЙ	
СИСТЕМЫ	
Бадирова Н.Б.	80
ПОКАЗАТЕЛЬ ТЕКУЧЕСТИ РАСПЛАВА АБС-ПЛАСТИКА НА ОСНОВЕ	
ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА	
Басыров А.А., Гадеев А.С.	82
ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ЗАТРУДНЕННЫХ ФЕНОЛОВ НА	
ИНИЦИИРОВАННОЕ ОКИСЛЕНИЕ 1,4-ДИОКСАНА	
Гайнуллина А.Э., Гарифуллина Г.Г.	83
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА НОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ	
СИНДИОТАКТИЧЕСКОГО 1,2-ПОЛИБУТАДИЕНА	
Глазырин А.Б., Абдуллин М.И.	84
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЕ ПОРИСТОСТИ МАТЕРИАЛА НА СКОРОСТЬ	
РАСХОДОВАНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА И ОБРАЗОВАНИЯ 4,4-ДИМЕТИЛ-	
1,3-ДИОКСАНА ПО РЕАКЦИИ ПРИНСА	
Горских В.А., Фассалова И.И., Хамитова Г.Г., Овчинников Г.А., ...	85
Тухватшин В.С., Талипов Р.Ф.	85
ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ ИОНОВ МЕДИ И КОБАЛЬТА (II)	
ФАРМАКОФОРСОДЕРЖАЩИМ ПЕКТИНОМ	
Дегтярева Т.Ю., Мударисова Р.Х., Куковинец О.С. :	87
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	
В РАСПЛАВЛЕННЫХ СОЛЯХ	
Казаковцева Н.А., Никитина Е.В., Карфидов Э.А., Майков М.А., ...	89
Габбасов И.Ю., Аскарова Л.Х., Кийко В.С.	89
СОСТАВ, СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК	
МЕДЬСОДЕРЖАЩЕГО ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА	
Коноваленко С. П., Бедная Т. А.	90
ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА	
ПИРОЛИЗНЫХ ПЕКОВ	
Мухамедзянов А.Т., Мухамедзянова А.А.	94

ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ФРАКТАЛЬНУЮ РАЗМЕРНОСТЬ	
Мордасов М.Д., Проценко И.Г., Мордасов Д.М.	98
ГИДРОЛИТИЧЕСКОЕ РАСЩЕПЛЕНИЕ КОНЬЮГАТОВ ИНУЛИНА С ОРГАНИЧЕСКИМИ КИСЛОТАМИ	
Никитина В.С., Яминева Э.З.	103
ЯМР ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ИНТЕРМЕДИАТОВ НА ОСНОВЕ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ Zr,Al-ГИДРИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ И МЕТИЛАЛЮМОСКАНА	
Парфенова Л.В., Ковязин П.В., Ляпина А.Р.	104
ПРОСТРАНСТВЕННО-ЗАТРУДНЕННЫЕ ФЕНОЛЫ КАК ИНГИБИТОРЫ ОКИСЛЕНИЯ 1,4-ДИОКСАНА	
Петрова А.В., Гарифуллина Г.Г.	106
ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В ПРОЦЕССЕ ЖИДКОФАЗНОГО СПЕКАНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ	
Проценко И.Г., Мордасов Д.М., Кобзев Д.Е.	107
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ НА ПОРИСТОСТЬ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ЕГО СИНТЕЗЕ	
Путинцев В.Ю., Негров Д.А., Мулюкова А.Р., Закирова Д.Д., Букина Я.В., Клещенко В.Д.	113
ГРАДАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОБЖИГА СИЛИКАТНОЙ КЕРАМИКИ	
Савинкова Е.С., Каньгина О.Н.	119
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПЕКТИНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ С КАТИОНАМИ КОБАЛЬТА (II)	
Сагитова А.Ф., Мударисова Р.Х., Куковинец О.С.	120
СПОСОБ ОБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТНЫХ ЧАСТИЦ СЕРЫ ИЗ ПОЛИСУЛЬФИДНЫХ РАСТВОРОВ СИНТЕЗИРОВАННЫХ В ОРГАНИЧЕСКОЙ СРЕДЕ	
Сарыева Х.Т., Хусаинов А.Н., Массалимов И.А.	122
СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ МИКРОАРМИРОВАННОГО НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ВЯЖУЩЕГО	
Строкова В.В., Сивальнева М.Н., Нецвет Д.Д., Кобзев В.А.	124
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА СТРУКТУРУ ОБРАЗОВАНИЯ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ	
Файзуллина С.С.	128
РАЗРАБОТКА РЕГИОСЕЛЕКТИВНОГО МЕТОДА СИНТЕЗА «ЗЕЛЕННЫХ» ПОВЕРХНОСТНО АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ САХАРОЗЫ	
Файзуллина С.С., Куковинец О.С., Власова Л.И., Докичев В.А.	131

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ КОРУНДОВОЙ КЕРАМИКИ	
Федоров Э.А., Халиков Р.М., Фархутдинов Д.Ф.	132
ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БЕЗОБЖИГОВОЙ ПЕНОКЕРАМИКИ НА БАЗЕ ДОСТУПНЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ	
Халиков Э.Д., Ахметшина Г.Г., Халиков Р.М.	135
ДЕФОРМАЦИЯ СИНДИОТАКТИЧЕСКОГО 1,2-ПОЛИБУТАДИЕНА В СОСТОЯНИИ «МРН» ПРИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОМ УФ-ОБЛУЧЕНИИ	
Хамидуллин А.Р., Яппаров А.М.	139
ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИСУЛЬФИДА АММОНИЯ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ВЫДЕЛЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТИЦ ЭЛЕМЕНТНОЙ СЕРЫ	
Хамитов С.У., Хусаинов А.Н., Массалимов И.А.	141
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ДЕФОРМАЦИЮ ПРОФИЛИРОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ	
Третьякова В.С., Шаяхметов У.Ш., Хайдаршин Э.А.	143
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РОСТА ГАДРАТНОГО СЛОЯ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ ГАЗА	
Шепелькевич О.А., Юмагулова Ю.А., Иксанов Э.Р.	145
СЕКЦИЯ III. СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ	145
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛООБМЕННОЙ АППАРАТУРЫ С ЭВОЛЬВЕНТНО-ПРОФИЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ	
Абдеев Э.Р., Лобанов М. А.	146
ТЕХНОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ФЛАВОНОИДОВ ИЗ ДОСТУПНОГО ПРИРОДНОГО МАТЕРИАЛА – ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ГРЕЧИХИ	
Балтина Л.А., Каримова Э.Р.	150
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ГАЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ	
Бикбулатов М.Р., Ахметшина Г.Г.	152
ТЕРМОСТОЙКАЯ ОБМАЗОЧНАЯ МАССА ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ТЕПЛОВОГО АГРЕГАТА	
Газизов А.А., Хамидуллин А.Р., Хисматуллин М.Г.	154
ТЕХНОЛОГИЧНЫЕ МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ ПОРОШКОВОГО КОРУНДОВОГО СЫРЬЯ НА ФРАКЦИИ	
Васильев Р.А., Халиков Р.М., Янгиров Р.Ф., Тагиров Д.И.	156
ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫЙ КОМПОЗИТ ТИТАН-МЕДЬ ПОЛУЧЕННЫЙ МЕТОДОМ МИКРОВОЛНОВОГО СПЕКАНИЯ	
Калганов Д.А., Бутько Л.Н., Анзулевич А.П.	159
ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПИРОФИЛЛИТОВОГО СЫРЬЯ ПРИ НАГРЕВЕ	
Киеккужина Л.У., Шаяхметов А.У., Янышева Г.Х.	160
ТЕРМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ ПИРОФИЛЛИТНОГО СЫРЬЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУЛЬ-ЮРТ-ТАУ	
Киеккужина Л.У., Шаяхметов А.К., Янышева Г.Х.	162
РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ	

Кинзябаев В.В., Батршина Г.С.	163
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРУБОЙ КЕРАМИКИ	
Куланбаева З.М.	169
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	
Куланбаева З.М., Габдульманова А.Ф.	172
ТЕХНОЛОГИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ	
Латыпова Э.Р., Кислицина Т.В., Шаяхметов У.Ш.	174
СТАНОК-КАЧАЛКА С УСТЬЕВЫМ УРАВНОВЕШИВАЮЩИМ ГРУЗОМ	
Масленникова Ю.С.	176
НАРУШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ППУ.	
Муллахметов О.Р.	179
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ СУРАКАЕВСКОЙ ГЛИНЫ	
Салихова И.И., Хайдаршин Э.А., Третьякова В.С., Шаяхметов У.Ш.	179
УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ПОСТОЯННОГО ТОКА	
ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ	
Утябаев Д. М., Абдеев Э.Р.	180
ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В	
ДВИГАТЕЛЕ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ (Проект «FORSAN »)	
Хамидуллин А.Р., Трифонов А.А.	182
МИНЕРАЛЫ БАШКОРТОСТАНА ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ	
В ТЕХНОЛОГИИ ОГНЕУПОРНЫХ И КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	
Халиков Р.М., Янгильдин В.А., Чудинов В.В.	185
ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСШИРЕНИЯ	
КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОПТИЧЕСКОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОМ	
ДИЛАТОМЕТРЕ «MISURA® ODLT»	
Шаяхметов А.К., Третьякова В.С., Хайдаршин Э.А., Хисматуллин М.Г.	187
ПИРОФИЛЛИТОВОЕ СЫРЬЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУЛЬ-ЮРТ-ТАУ КАК	
СЫРЬЕ ДЛЯ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
Шаяхметов У.Ш., Янышева Г.Х., Киеккужина Л.У., Третьякова В.С.	189
МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ СЫРЬЯ 22.03.01.	
Ягудина Р.Д., Газизова Л.Н., Захаров А.В.	191
СЕКЦИЯ IV. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ	
VISUAL MODELING OF TECHNICAL SYSTEMS	
Abdrakhmanova K.K.	193
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО	
ОХЛАЖДЕНИЯ ПУТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОМЫВКИ	
ОРЕБРЕННЫХ ТРУБ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПОТОКЕ	
Абдеев Э.Р., Шавалеев Э. И.	197
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ $\text{CoO-NiO-MoO}_3\text{-V}_2\text{O}_5\text{-HCl}$	
Бадирова Н.Б.	201
РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ВИРТУАЛЬНОГО ТУРА	
Батршина Г.С., Батршина А.И., Гайнетдинова Л.Я.	205
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В MATHCAD	

Батршина Г.С., Идрисов Д.В.	208
МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С МАКСИМАЛЬНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ РАЗРУШЕНИЮ	
Боровик В.Г.	211
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПОЛИГРАФИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	
Гяляуов Р.Р., Маликов Р.Ф.	213
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КРЕДИТНОГО РИСКА МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО	
Забихуллин Ф.З.	217
ДИЛАТОНЫ ЖУРКОВА В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ И В КОСМОСЕ	
Захаров А.В.	221
АЛГОРИТМЫ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ	
Захаров А.В. Богданов М.Р.	229
МОДЕЛИРОВАНИЕ УРАЦИЛА В ВОДНОЙ СРЕДЕ ПОСРЕДСТВОМ АВ <i>INITIO</i> МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ	
Ильина М.Г., Хамитов Э.М.	231
ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	
Киреев И.Р., Абдрахманов Н.Х., Филиппов В.Н., Барахнина В.Б.	235
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АСИММЕТРИЧНОЙ ПРОКАТКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЛЕНТЫ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ	
Колпаков А. С., Гогаев К. А.	237
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ БЕЗ УЧАСТИЯ ВОДИТЕЛЯ	
Орифов А.А.	239
ПРОБЛЕМЫ ИНТЕРПОЛЯЦИИ КРИВЫХ И ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ	
Райский В.В.	241
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ	
Сонькин А.Р., Шарипзянов Д.И.	244
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОГРАММЕ PBwin «СБОРКА И ТЕСТИРОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРОВ»	
Фархутдинов Д.Ф., Федоров Э.А., Батршина Г.С.	247
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ	
Федоров Э.А., Батршина Г.С., Батршина А.И.	252
АВТОМАТИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В EXCEL	
Федоров Э.А., Батршина Г.С., Батршина А.И.	254
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТАГОНИСТОВ СУБЪЕДИНИЦЫ $\alpha_4\beta_2$ НИКОТИНОВОГО АЦЕТИЛХОЛИНОВОГО РЕЦЕПТОРА В РЯДУ	

НЕКОТОРЫХ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Хайруллина В.Р., Асфина Д.Р., Герчиков А.Я., Васильев М.Н., Зарудий Ф.С. 258

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АГОНИСТОВ СУБЪЕДИНИЦЫ
 $\alpha_9\alpha_{10}$ НИКОТИНОВОГО АЦЕТИЛХОЛИНОВОГО РЕЦЕПТОРА В РЯДУ
НЕКОТОРЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 2-(АРИЛОКСИМЕТИЛ) АЗЕТИДИНА И
ПИРРОЛИДИНА

Хайруллина В.Р., Абдуллина Д.Р., Герчиков А.Я., Зарудий Ф.С. 259

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ В НЕОДНОРОДНЫХ СРЕДАХ В
ПРИБЛИЖЕНИИ ТЕОРИИ СЛУЧАЙНЫХ ПОЛЕЙ

Хакимов Р.М., Ямалетдинова К.Ш., Гоц С.С. 260

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ГРАФЕНА ИЗОЦИАНУРОВОЙ КИСЛОТОЙ.
МОЛЕКУЛЯРНО ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Шаяхметова Р. Х., Хамитов Э. М. 263

МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ И МЕХАНИЗМА ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ
ПОЛИМЕРИЗАЦИИ АНИЛИНА

Шишкина А.Н. 264

СЕКЦИЯ V. ТЕХНОЛОГИЯ ЭКСТРУЗИИ КОМПОЗИЦИОННОЙ КЕРАМИКИ

..... 266
THERMOPLASTIC EXTRUSION FOR CERAMIC BODIES ON INORGANIC
LIGAMENTS.

Frank Clemens, Viktor Sterzer, Chaidarshin E.A., Shayahmetov A.U. 266

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ КОЛЕЦ

Аминев А.О., Шаяхметов У.Ш., Хамидуллин А.Р., Кагирова З.Ф. 267

КЕРАМИЧЕСКИЕ ПЛИТКИ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ахметшина Г.Г., Шайбеков Р.Р. Хамидуллин А.Р. 269

TECHNOLOGICAL SCHEME OF EXTRUSION LOOMIS

Bulgakova V.V., Tretyakova V.S., Urakov A.A., Iltimirov L.S. 271

ТЕХНОЛОГИЯ ЭКСТРУЗИИ ТРУБЧАТЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МАССЫ НА
ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Третьякова В.С., Шаяхметов У.Ш., Хайдаршин Э.А., Юмобаев Ю.С. 272

ДИНАМИКА КЕРАМИЧЕСКИХ МАСС ПРИ ЭКСТРУЗИИ ПОД
ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПОРШЕНЬ ПРЕССА

Чудинов В.В., Байдимирова К.В., Вдовенко Н.Н. 274

NEW TECHNOLOGIES – ECT-KEMA UNIVERSAL PISTON EXTRUDERS

Shayakhmetov A.U., Frank Händle, Torsten Seidel, Tretyakova V.S. 278

СЕКЦИЯ VI. НАНОТЕХНОЛОГИИ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

..... 282
ОБОРУДОВАНИЕ ТА INSTRUMENTS ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
НАНОМАТЕРИАЛОВ И КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ

Ахметов М.Ф. 282

НОВЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
НАНОМАТЕРИАЛОВ

Ахметов М.Ф. 283

ПРОЦЕСС ФОРМОВАНИЯ КАРБОРУНДОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Балянова Ю.Е., Хамидуллин А.Р.	284
КЕРАМИКА ИЗ ФОСФАТОВ КАЛЬЦИЯ С СООТНОШЕНИЕ $Ca/P = 1,25$ ИЗ НАНОПОРОШКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МЕХАНОАКТИВАЦИИ	
Беляков А. В., Гудимов Н.В.	286
КОРУНДОВАЯ КЕРАМИКА С ДОБАВКАМИ НАНОЧАСТИЦ БЕМИТА, ПОЛУЧЕННАЯ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ ФОРМОВАНИЯ	
Берш А.В., Беляков А.В., Ванчурин В.И., Мазалов Д.Ю., Судник Л.В., Федотов А.В.	290
ПРИМЕНЕНИЕ КАРБОРУНДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМАХ ГОНОЧНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	
Валиева Г.И., Хамидуллин А.Р.	297
ГИДРОГЕЛЕВЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И ПЕКТИНА МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ	
Вильданова Р.Р., Фаянова Е.А., Сигаева Н.Н., Куковинец О.С.	299
НОЧАСТИЦЫ ИНТЕРПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ	
Гурина М.С., Вильданова Р.Р.	303
МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК	
Дехтярь Т.Ф.	304
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИТНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРОВ АКРИЛОНИТРИЛА	
Дехтярь Т.Ф.	306
НАНОРАЗМЕРНЫЙ ВЕРМИКУЛИТ ДЛЯ СОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ	
Ильясова Р.Р., Массалимов И.А., Ахунов Р.А., Силантьева Ю.А.	308
ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АСПАРАГИНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО ВЕРМИКУЛИТА	
Ильясова Р.Р., Массалимов И.А., Юнусова А.В.	309
СИНТЕЗ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ НАНОПРОВОЛОК В ПОРАХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ	
Козловский А.Л., Шлимас Д.И., Здоровец М.В.	310
ХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ КОМПОЗИТОВ НАНОЧАСТИЦ СЕРЫ И КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ	
Латыпов Р.Н., Самсонов М.Р., Массалимов И.А.	314
ПРИМЕНЕНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК ПРОИЗВОДНЫХ PANI	
Муллагалиев И. Н., Сафаргалин И. Н., Салихов Р.Б.	316
РЕОЛОГИЯ ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ ДЛЯ ЯЧЕИСТЫХ ИЗДЕЛИЙ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ С НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМ МОДИФИКАТОРОМ	
Нелюбова В.В., Пальшина Ю.В., Либерова А.В., Безродных А.А.	317
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА КАК СПОСОБ КОМПАУНДИРОВАНИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ	
Рукомойников А.А., Абдеев Э.Р.	322

НАНОКРИСТАЛЛЫ

Федоров Э.А., Гурьянова В.Р., Фархутдинов Д.Ф. 326

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОКРИСТАЛЛОВ $Y_3Fe_5O_{12}$ МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ И ИХ МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА

Шагманов А.Т., Гурьянова В.Р. 329

СЕКЦИЯ VII ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ И

ПРОФСТАНДАРТЫ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ 331

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАУЧНЫМИ ПРОЕКТАМИ

Абдеев Э. Р., Узакбаева А. Б. 331

О РАЗРАБОТКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА СПЕЦИАЛИСТОВ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Гмошинский И.В., Макарова О.А., Глушкова А.В. 334

РЕАЛИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО

ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ

ПО НАПРАВЛЕНИЮ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ

МАТЕРИАЛОВ» В ХОДЕ ПРЕПОДАВАНИЯ СПЕЦКУРСА «ОСНОВЫ

ТЕПЛОТЕХНИКИ И АЭРОГИДРОДИНАМИКИ»

Доценко И.Н. 337

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ В ОБРАЗОВАНИИ

Захаров А.В. 340

КОМПОНЕНТЫ ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ

ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ИНОСТРАНЦЕВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Зиятдинов А.М., Зиятдинова Р.М. 342

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К КВАЛИФИКАЦИИ И

КОМПЕТЕНЦИЯМ РАБОТНИКОВ В ОБЛАСТИ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

НА МЕТАЛЛЫ

Куликова Д. И., Хисамутдинов Р. М. 344

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ НАВЫКИ И КОМПЕТЕНЦИИ СПЕЦИАЛИСТА В

ОБЛАСТИ НАНЕСЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ НА МЕТАЛЛЫ

Куликова Д. И., Хисамутдинов Р. М. 347

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ КАК КЛЮЧЕВОЙ МЕХАНИЗМ

САМОРЕГУЛИРОВАНИЯ РЫНКА ТРУДА

Куликова Д. И., Хисамутдинов Р. М. 350

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА В ОБЛАСТИ

РАЗРАБОТКИ ИЗНОСОСТОЙКИХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ PVD –

ПОКРЫТИЙ

Куликова Д. И., Хисамутдинов Р. М. 352

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФОНДА ИНФРАСТРУКТУРНЫХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ

ПРОГРАММ РОСНАНО ПО РАЗВИТИЮ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА

НАНОИНДУСТРИИ

Нисимов С.У. 355

ТЕХНОЛОГИЗАЦИЯ АССОЦИАТИВНЫХ МЕТОДОВ ПОИСКА НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	
Райский В.В.....	360
РОЛЬ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ	
Рахматуллина С.Р., Габдулвалеева Э.Ф.	365
РАЗРАБОТКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ	
Шаяхметов У.Ш., Чудинов В.В.	369
ИЗ ОПЫТА РАЗРАБОТКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ В ОБЛАСТИ ИССЛЕДАВАНИЙ И ПРОИЗВОДСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ ПЕНОКЕРАМИКИ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	371
Шаяхметов У.Ш., Халиков Р.М., Латыпова Т.В., Чудинов В.В.....	371

СЕКЦИЯ I

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

УДК 678.5.02.

СРАВНЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ПОЛИЭТИЛЕНА И ПОЛИПРОПИЛЕНА, НАПОЛНЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИМ УГЛЕРОДОМ МАРКИ «Printex ХЕ-2В» И МАРКИ П805Э

Басыров А.А., Колтаев Н.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

e-mail: ykira599@gmail.com

В современной технике применяют электропроводящие полимерные композиционные материалы (ПКМ). В качестве матрицы в ПКМ используется полимер, а наполнителем является токопроводящий порошок. Электропроводность полимеров зависит от наличия примесей. Высокое содержание электропроводящих наполнителей позволяет значительно увеличить электропроводность полимерного материала. Широко используют в качестве наполнителей технический углерод (ТУ) и графит, в виде порошков, волокон и тканей.

Природа полимерной матрицы в случае полиэтилена марки 2287 (ПЭ 2287) и полипропилена марки 01270 (ПП 01270) не влияет на электропроводность композиций, наполненных ТУ. Так, при введении в полимерные композиты на основе ПЭ 2287 и ПП 01270 ТУ марки «Printex ХЕ-2В» наблюдаются достаточно близкие значения электропроводности при одинаковом содержании ТУ. При использовании в качестве электропроводящего наполнителя ТУ марки П805Э увеличение электропроводности наблюдается при содержании ТУ выше 50%. Заметно выраженная разница в электропроводности рассматриваемых композитов, возможно, объясняется спектром размеров и форм частиц ТУ, вводимого в полимерную матрицу. Так, средний диаметр частиц в ТУ П805Э составляет 8,7 мкм, тогда как в ТУ Printex ХЕ-2В он существенно меньше - 18,2 нм.

Электропроводящие марки ТУ можно охарактеризовать также и поглощением жидкого дибутилфталата (ДБФ). ТУ Printex ХЕ-2В поглощает 410 см³/100г, а ТУ П805Э – 113 см³/100г ДБФ. Следовательно, ТУ Printex ХЕ-2В обладает большей степенью структурированности и значительно меньшими размерами частиц, чем ТУ П805Э. Возможно, этим и объясняется низкий порог электропроводности ПКМ на основе ТУ Printex ХЕ-2В.

Так, при содержании ПЭ и ПП 15%, электропроводность композиции составляет $1,6 \times 10^{-1} (\text{Ом} \times \text{мм}^2/\text{см})^{-1}$, тогда как при содержании Printex ХЕ-2В 15% электропроводность изменяется от $2,4 \times 10^{-2} (\text{Ом} \times \text{мм}^2/\text{см})^{-1}$ до $7,9 \times 10^{-3} (\text{Ом} \times \text{мм}^2/\text{см})^{-1}$ с ростом концентрации масла ПН-6 в ПКМ от 45% до 70% соответственно. Такое изменение связано в первую очередь с тем, что в присутствии значительного количества низкомолекулярного вещества

наблюдается разрыв электропроводящей сетки за счет заполнения пространства между частицами ТУ. Установлено также, что с увеличением содержания полимера в составе композиции наблюдается рост электропроводности. Вероятнее всего, это объясняется тем, что устойчивее становится электропроводящая сетка ТУ.

Таким образом, показано что ПЭ 228 и ПП 01270 наполненные ТУ Printex ХЕ-2В, показывают практически идентичную зависимость электропроводности от степени наполнения полимера. Установлено, что при использовании высоко структурированной марки ТУ Printex ХЕ-2В значение удельного электрического сопротивления $6,3 \text{ Ом} \times \text{мм}^2/\text{см}$ достигается при существенно меньшей степени наполнения чем в случае использования П805Э. Установлено, что увеличение электропроводности полимеров, наполненных ТУ Printex ХЕ-2В наблюдается при концентрации $\sim 10\%$ и для ТУ П805Э при концентрации $\geq 50\%$.

© Басыров А.А, Колтаев Н.В., 2016

УДК 678.5.02.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПВА НАПОЛНЕННЫХ СВИНЦОМ.

Басыров А.А., Николаев А.В., Гадеев А.С.

*Башкирский государственный университет, г. Уфа
e-mail:mr.makentaken@mail.ru*

Применение электропроводящих полимеров во многом определяется их вольт-амперными характеристиками (ВАХ). ВАХ характеризует электропроводность резистивного элемента при различных напряжениях, при этом в общем случае обязательным условием использования резисторов и проводников является линейность зависимости электропроводности от напряжения. Тогда как для нагревательных элементов резистивных элементов требуется нелинейность ВАХ.

В качестве материала для изучения вольт-амперных характеристик полимерных композиций использовали поливинилацетат марки М 10 наполненный свинцом марки ПС 1 с содержанием наполнителя 40-50 масс.% .

Установлено, что с повышением содержания свинца от 40 до 50 масс.% электрическое сопротивление полимерных композиций увеличивается от 1,6 до 15,8 Ом.

Экспериментальные результаты свидетельствуют, что для полученных свинцово наполненных полимеров вольт-амперные характеристики обладают линейностью в интервале напряжения от 0 до 12 В. Причем «линейность» ВАХ характерна для композиций на основе ПВА наполненных свинцом во всех изученных интервалах концентраций наполнителя. По причине того, что в полимерных композициях на основе ПВА свинцовый наполнитель одновременно является тепло рассеивающим элементом, что обеспечивает

постоянное значение электрического сопротивления анализируемого образца при прохождении через него электрического заряда.

Таким образом, установлено, что ВАХ полимерных композиций на основе ПВА, во многом определяются природой наполнителя. Полимерные композиции на основе ПВА наполненные свинцом могут быть использованы в качестве проводников электрического тока в электрических схемах.

© Басыров А.А., Николаев А.В. 2016

УДК 544.7: 547.917

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПЕРИОДАТНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА СТЕПЕНЬ ЕЕ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ

Билялова Р.Р., Ямансарова Э.Т.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Полисахариды и их производные нашли широкое применение в биотехнологии, пищевой, косметической и других отраслях промышленности и все большее значение приобретают в медицине и фармации. Введение в их молекулы карбонильных, карбоксильных, сульфатных, фосфатных и других функциональных групп и низкомолекулярных фрагментов приводит к созданию ценнейших лекарственных препаратов (например, лакрисин, полифер, поликапран, терридеказа, стрептодеказа и другие) [1]. Поэтому модификация биологически активных веществ полисахаридами, например, химическая фиксация лекарственных субстанций на полисахаридной матрице, позволяет создавать пролекарства, новые препараты пролонгированного действия с низкой токсичностью и необходимым балансом липофильно-гидрофильных свойств [2].

Наиболее часто в качестве окислителей используются метапериодат натрия или калия и тетраацетат свинца. Такие окислители, как перманганат калия или азотная кислота, в большинстве случаев не могут быть применены, так как их действие не является избирательным. Кроме того, эти реагенты способны окислять большинство соединений, образующихся в качестве продуктов реакции [3].

Целью данной работы является подбор условий окисления целлюлозы йодной кислотой, получаемой из метапериодата калия под действием кислоты. В качестве исходного материала использовали микрокристаллическую целлюлозу марки ЛК (для колоночной хроматографии) производства компании СЕМАРОЛ.

Исходное количество IO_4^- составляло 0.047 моль и $\text{pH}=4$. Контроль за расходом периодат-аниона проводили по реакции взаимодействия IO_4^- с йодистым калием с последующим титрованием выделившегося йода раствором тиосульфата натрия. Пробы отбирались сначала через 1 час, но так как за такой промежуток времени содержание IO_4^- не изменялось, то отбор стали проводить через 1 сутки. Содержание альдегидных групп (CHO) определяли по реакции

их окисления молекулярным йодом до карбоксильных групп и последующим оттитровыванием избытка йода тиосульфатом натрия.

Наибольшая степень замещения в диальдегидцеллюлозе может составлять $\gamma=200$, или содержание СНО-групп 36% [4].

Окисление проводили в течение 15 суток, причем расход IO_4^- -аниона прекратился после 9 суток. Содержание альдегидных групп при этом возросло в 10 раз – с 0.85% до 8.56%. Дальнейшее увеличение времени реакции до 15 суток не влияет на расходование реагента, однако содержание окисленных групп увеличилось до 10.5% (табл. 1) [5].

Увеличение количества альдегидных групп после 9 суток, по-видимому, связано с гидролитическими процессами, происходящими с целлюлозными волокнами в кислой реакционной массе, протекающей без расходования IO_4^- .

Таблица 1

Изменение характеристик целлюлозы с течением времени при окислении йодной кислотой

Продолжительность окисления, сутки	Поглощение KIO_4 , моль/моль МКЦ	Содержание альдегидных групп, %
0	0	0.85
1	0.0086	2.09
2	0.0095	3.41
3	0.0112	4.81
8	0.0120	7.43
9	0.0130	8.56
15	0.0130	10.50

Таким образом, была получена диальдегидцеллюлоза, в которой замещению подвергалось 10.5% мономерных звеньев.

Список литературы:

1. Черкашин И.В. Модификация природных полисахаридов и их применение в кожевенном производстве: автореферат дис. д-ра технических наук. – СПб., 2012г – 161с.
2. Генъш К.В., Базарнова Н.Г. Окисленная целлюлоза. Получение. Применение в медицине. Барнаул, 2013. 14с.
3. Чернышова Е. Б., Тужиков О. И., Невестенко М. А., Березин А. С., Юдин В. Е., Добровольская И.П. Исследование модификации хитозана низкомолекулярными и полимерными альдегидами // Известия ВолгГТУ. - 2015. - №7. - С.125-129.
4. Пискарева С.К., Барашков К.М., Олышанова К.М. Аналитическая химия: Учеб. для сред. спец. учеб. заведений – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1994. - 384с.

5. Сюткин В.Н., Николаев А.Г., Сажин С.А, Попов В.М., Заморянский А.А. Азотсодержащие производные диальдегидцеллюлозы // Химия растительного сырья. - 1999. - №2. - С. 91-102.

© Билялова Р.Р., Ямансарова Э.Т. 2016

УДК 669:539.3:536.413.2

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Бурасова Ю.К., Шаяхметов У.Ш.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Burasovaaa96@mail.ru

В настоящее время, АО УНПП «Молния» занимается производством изоляторов из материала «Синоксаль-49» и «5М-4», которые относятся к высокоглиноземистым материалам группы 786.1 и 795 (ГОСТ20419-83), предназначены для комплектации агрегатов и систем зажигания газотурбинных двигателей.

Эти работы обоснованно начали использоваться после того, как 14 октября 1941 года наркомом авиационной промышленности был подписан приказ о немедленной эвакуации завода №161 из Москвы в Уфу, первым директором которого был М.Г. Масальский. В сложнейших условиях, без материальной базы для исследовательских работ, начало свою деятельность КБ. Конструкторский отдел возглавил первый главный конструктор Петр Филиппович Воронков. Сегодня, Акционерное Общество «Уфимское научно-производственное предприятие «Молния», входящее в состав АО «Авиационное оборудование» – является ведущим российским предприятием в области авиационного агрегатостроения. Генеральным директором АО УНПП «Молния» с 1996 года является Распопов Евгений Викторович.

На АО УНПП «Молния» из материала «Синоксаль-49» изготавливают изоляторы для свечей зажигания по нескольким технологиям. Нами была использована технология литья под давлением. При этом, общее число событий составляло: литьё, под давлением 4-5 атм.; зачистка отливок; рабочий контроль отливок; заборка на уфельный обжиг; уфельный обжиг; разборка изделий после термообработки и зачистка; окончательный обжиг; контроль внешнего вида и размеров; контроль качества деталей по 8Г0.027.003ТУ на электрическую прочность высоковольтной установки; шлифовка; нормализация свойств – релаксационный обжиг; подглазурный обжиг, при температуре 1450°C; нанесение глазури на изоляторы; глазурный обжиг, при температуре 1000°C; контроль внешнего вида и размеров изоляторов.

Таким образом, проделав все этапы технологического процесса литья под давлением, как из массы «Синоксаль-49», так и из «5М-4» можно получить керамические детали для свечей зажигания с глазурным покрытием.

Список литературы:

1. «Техническая керамика» Балкевич В.Л., 1984г.
2. «Горячее литье керамических изделий» П.О.Грибовский., 1961г.
3. «Керамика из высокоогнеупорных окислов» Д.Н.Полубояринов, Р.Я.Попильский., 1977г., Металлургия

© Бурасова Ю.К., Шаяхметов У.Ш., 2016

УДК 544.452: 544.3.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ АЛЮМИНИЯ И УГЛЕРОДА В
ИСХОДНОЙ ШИХТЕ НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И СТРУКТУРУ
МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МАХ-ФАЗ СИСТЕМЫ Ti - Al - C,
ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ СВС-ПРЕССОВАНИЯ

Галышев С. Н.¹, Зарипов Н.Г.¹, Бажин П. М.², Столин А. М.²

¹ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический
университет», г. Уфа,

²ФГБУН РАН «Институт структурной макрокинетики и проблем
материаловедения РАН», г. Черноголовка

Новый класс материалов на основе МАХ-фаз обладает весьма специфическими свойствами, сочетая в себе свойства как металлических сплавов, так и керамических материалов. Подобно металлам, эти соединения показывают высокую тепловую и электрическую проводимость, а также достаточно высокую стойкость к тепловым ударам. При этом, подобно керамике они обладают высоким модулем упругости, низким тепловым коэффициентом расширения, высокой теплостойкостью и превосходной жаростойкостью [1]. Сопротивление МАХ-фаз циклическим нагрузкам при температурах выше 1000°C не уступает, а зачастую превосходит сопротивление циклическим нагрузкам большинства известных жаропрочных и жаростойких материалов, в том числе никелевых сплавов и сплавов на основе интерметаллидов. В совокупности с низким удельным весом эти свойства МАХ-фаз открывают широкие перспективы для их применения в различных отраслях промышленности [2].

Основным методом получения материалов на основе МАХ-фаз является горячее изостатическое прессование (ГИП), которое требует больших затрат энергии и времени, большого числа технологических операций, традиционных для порошковой металлургии: прессование, вакуумное спекание или горячее прессование, отжиг пластификатора. Альтернативой ГИП является самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС), который позволяет значительно снизить энергозатраты и упростить процесс получения материалов на основе МАХ-фаз [3].

Большой интерес с точки зрения изготовления авиационных конструкционных материалов, представляют материалы на основе МАХ-фаз системы Ti – Al – C. Одной из проблем при их синтезе методами СВС является

образование нежелательной фазы карбида титана TiC , коэффициент теплового расширения которой, значительно отличается от коэффициентов теплового расширения МАХ-фаз Ti_3AlC_2 , Ti_2AlC , что приводит к снижению трещиностойких свойств при повышенных температурах [4].

Для уменьшения содержания карбида титана, как нежелательной примеси, и максимизации содержания МАХ-фазы в синтезированном материале, в этой работе было исследовано влияние состава исходной шихты на фазовый состав и микроструктуру материала, полученного методом СВС-прессования. Для этого было решено исследовать материалы, полученные с повышенным содержанием алюминия и пониженным содержанием углерода в исходной шихте. Исследуемые составы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходный состав шихты исследуемых образцов

Обозначение	2-1-1	2-1,25-1	2-1,5-1	2-2-1	2-1,3-0,6
Соотношение компонентов $Ti:Al:C$	2:1:1	2:1,25:1	2:1,5:1	2:2:1	3:2:1

Рентгенофазовый анализ (рисунок 1) материалов вышеупомянутых составов показал, что в полученных материалах присутствует 6 фаз: Ti_3AlC_2 , Ti_2AlC , TiC , $TiAl$, Ti_5Al_{11} и $TiAl_3$. Результаты количественного анализа приведены в таблице 2.

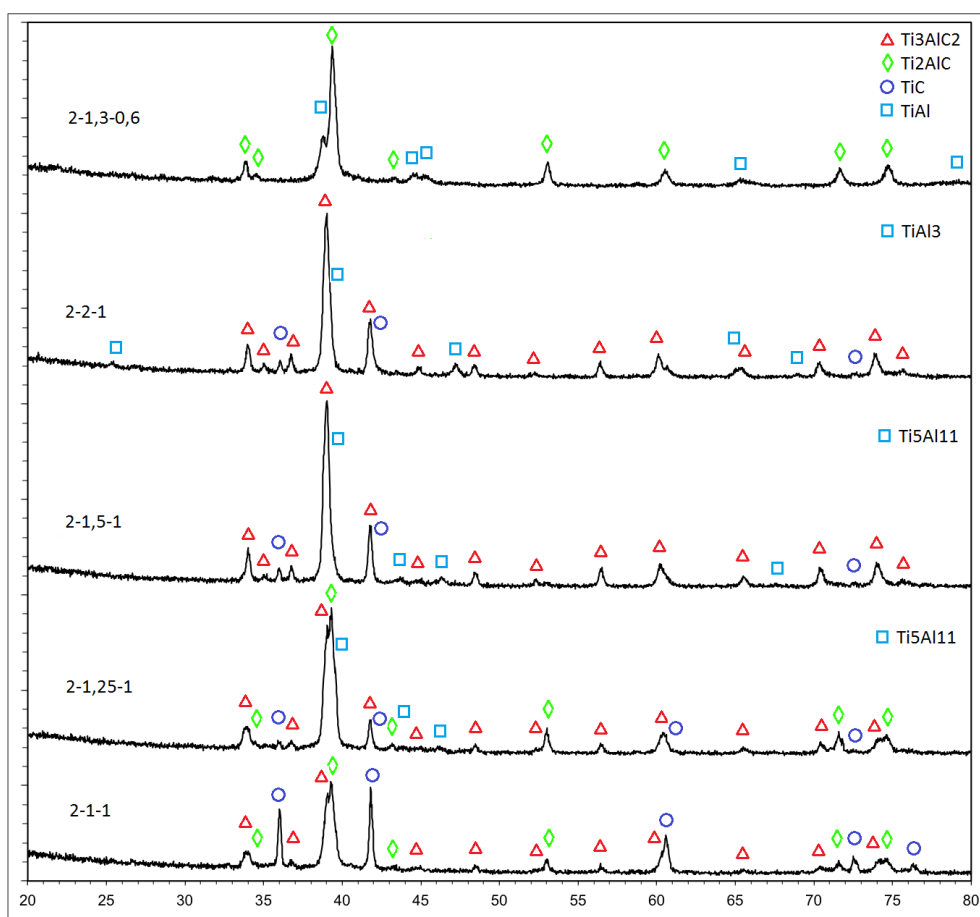


Рисунок 1 – Рентгенограммы образцов с соотношением компонентов Ti:Al:C в исходной шихте: 2:1:1, 2:1,25:1, 2:1,5:1, 2:2:1, 2:1,3:0,6

Таблица 2 – Количественное содержание (%) фаз в полученных материалах

	2-1-1	2-1,25-1	2-1,5-1	2-2-1	2-1,3-0,6
Ti ₃ AlC ₂	38	48	89	88	-
Ti ₂ AlC	31	47	-	-	76
TiC	31	2	7	7	-
TiAl	-	-	-	-	24
Ti ₅ Al ₁₁	-	3	4	-	-
TiAl ₃	-	-	-	5	-

Анализ микроструктуры в режиме фазового контраста показал, что большая часть объема материала 2-1-1 (рисунок 2а) представляет собой структурную составляющую серого цвета с включениями различного контраста (светло-серый и темно-серый).

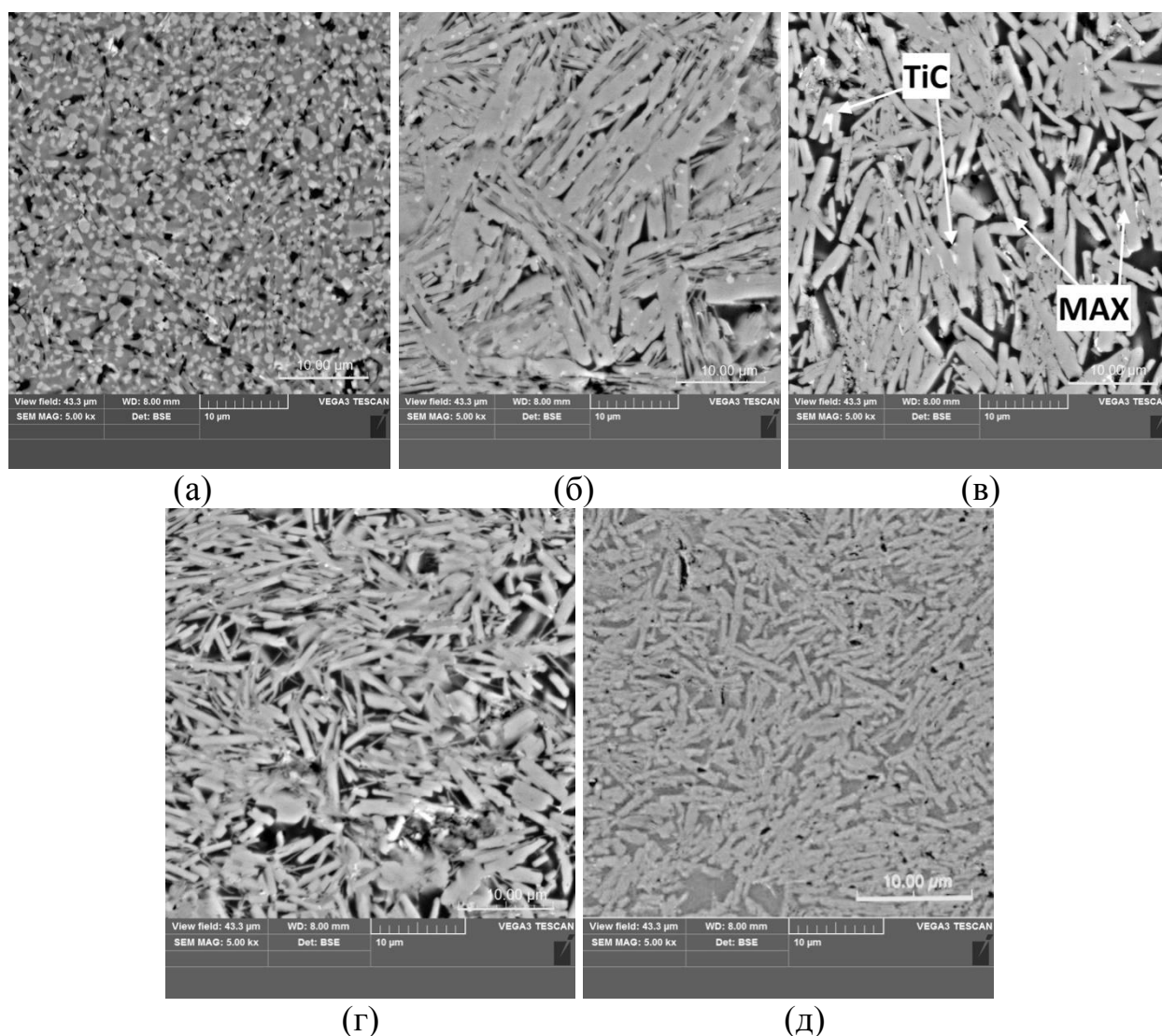


Рисунок 2 – Микроструктура материалов
(а) 2-1-1, (б) 2-1,25-1, (в) 2-1,5-1, (г) 2-2-1 и (д) 2-1,3-0,6

С помощью энергодисперсионного анализа удалось установить, что химический состав основной структурной составляющей соответствует составу МАХ-фаз Ti_2AlC и Ti_3AlC_2 . Светло-серые включения соответствуют химическому составу карбида титана TiC , средний размер которых равен $1,4 \pm 0,3$ мкм. Включения темно-серого цвета являются порами. Методом наложения ортогональных сеток было установлено, что количественное соотношение суммарного содержания МАХ-фаз к содержанию карбида титана TiC равно 65:35, что хорошо коррелируется с данными количественного рентгенофазового анализа (Таблица 2), отклонение не превышает 5%.

Увеличение содержания алюминия до 1,25 доли приводит к значительному изменению внутреннего строения материала (Рисунок 2б). По данным энергодисперсионного анализа микроструктура материала 2-1,25-1 представляет собой вытянутые зерна МАХ-фаз, средний размер которых равен $13 \pm 0,3$ мкм, между которыми располагается алюминид титана Ti_5Al_{11} . Различить зерна МАХ-фаз Ti_2AlC и Ti_3AlC_2 на фотографиях микроструктуры материала не удастся, что скорее всего связано со схожим химическим

составом этих фаз. Материал 2-1,25-1 содержат значительно меньше карбида титана. Методом наложения ортогональных сеток удалось установить, что количественное соотношение МАХ-фазы : Ti-Al : TiC составляет 91% : 5% : 4%, соответственно. Полученные данные совпадают с данными количественного рентгенофазового анализа, отклонение не превышает 5%.

Микроструктура материала 2-1,5-1 (Рисунок 2в), имеет аналогичную морфологию и представляет собой вытянутые зерна МАХ-фаз в матрице из алюминиды титана с включениями карбида титана TiC, расположенными в зазорах между зернами МАХ-фаз.

Увеличение содержания алюминия до 1,5 доли приводит к увеличению доли связки алюминиды титана. Средние размеры частицы МАХ-фаз равны 8 ± 2 мкм. Количественное соотношение МАХ-фаз, алюминиды титана и карбида титана соответственно равно 83:8:7. Отклонение от данных, полученных количественным рентгенофазовым анализом (Таблица 2) не превышает 10%. Так же рентгенофазовым анализом установлено, что все зерна МАХ-фаз принадлежат фазе Ti_3AlC_2 , а фаза Ti_2AlC практически не образуется.

Увеличение содержания алюминия до 2 долей приводит к уменьшению вытянутых зерен МАХ-фаз (Рисунок 2г) до $5,2 \pm 0,2$ мкм, при этом частицы карбида титана TiC практически не встречаются. Соотношение фаз МАХ : Ti-Al : TiC, установленное методом наложения ортогональных сеток, составляет 84:14:2, при этом отклонение от данных рентгенофазового анализа (Таблица 2) не превышает 10%. Так же как и в материале 2-1,5-1 МАХ-фаза Ti_2AlC практически не образуется.

С целью дальнейшей минимизации количества карбида титана TiC в синтезируемом материале, который в некоторых случаях является нежелательной примесью, был получен материал аналогичный материалу 2-1,25-1 с пониженным содержанием углерода – 2-1,3-0,6.

Микроструктура, полученного материала аналогична микроструктуре материалов, рассмотренных выше, и представляет собой вытянутые включения МАХ-фаз в алюминидной матрице (рисунок 2д). Округлые включения карбида титана TiC на полученных изображениях микроструктуры не выявлены. Количественное соотношение фаз МАХ : Ti-Al, полученное методом наложения ортогональных сеток, составляет 79:21. Отсутствие карбида титана подтверждается и данными рентгенофазового анализа (Таблица 2), отклонение от которых не превышает 5%. Так же методом рентгенофазового анализа установлено, что в материале 2-1,3-0,6, в отличие от материалов 2-1,5-1 и 2-2-1, МАХ-фаза Ti_3AlC_2 не образуется.

Таким образом, максимальное содержание МАХ-фаз достигнуто в материале 2-1,25-1 и суммарно составляет 95% при содержании карбида титана 2-4%. Использование соотношения 2-1,3-0,6 в исходной шихте позволяет получать материал без нежелательного (в некоторых случаях) карбида титана. То есть вышеупомянутые составы представляют наибольший интерес с точки зрения практического применения.

Список литературы:

1. Barsoum, M.W. The MAX phases: unique new carbide and nitride materials / M.W. Barsoum, T. El-Raghy // *Am. Sci.* – 2000. – V. 89. – P. 336-345.
2. Новиков, А.С. Получение, свойства и перспективы применения МАХ-материалов на основе титана / А.С. Новиков, А.Г. Пайкин, В.А. Шулов // *Упрочняющие технологии и покрытия* – 2006. – №11. – С. 24.
3. Зарипов, Н.Г. Получение материалов на основе МАХ-фазы Ti_2AlC методами СВС / Н.Г. Зарипов, С.Н. Галышев, В.А. Попов, А.М. Столин, П.М. Бажин // *Композиты и наноструктуры* – 2012. – № 2. – С. 5-10.
4. Galyshev, S.N. Hot Forging of MAX Compounds SHS-Produced in the Ti–Al–C System / S.N. Galyshev, A.M. Stolin, D. Vrel, A. Hendaoui, P.M. Bazhin, A.E. Sytshev // *International Journal of Self-Propagating High-Temperature Synthesis* – 2009. – V. 18. – №. 3. – P.194-199.

© Галышев С. Н., Зарипов Н.Г., Бажин П. М., Столин А. М., 2016

УДК 666.295

ПИГМЕНТЫ ДЛЯ САНКЕРАМИКИ

Dipl. Min. Thomas Guth

FERRO GmbH, Linmet Glas-Keramik,

Frankfurt, Berlin

Керамические пигменты - синтетические высокотемпературные порошки для окрашивания глин и глазурей, создания цветных красок.

Керамические пигменты делятся на: пигменты (появление цвета посредством диспергированных кристаллов); растворимые пигменты (действие цвета посредством растворенных в стекле ионов металла).

Пигменты применяются для окрашивания бесцветной глазури, для дальнейшего покрытия санкерамики.

Основная сложность изготовления керамических красок - это получение (синтез) пигментов, не теряющих цвета при высокой температуре, мало растворяющихся в высокотемпературном глазурном расплаве. Поэтому, наиболее ценны вещества с высоким показателем преломления, так как цвет покрытия зависит от отражающей способности кристалла пигмента в прозрачной матрице стекла глазури.

Для производства керамических пигментов используют реакцию твердых тел в порошковом сырье. Согласно, методу изготовления керамических пигментов проводится в несколько этапов:

- Смешивание (по сухому от 250 кг до 5т);
- Обжиг ($T_{max} = 900 - 1450\text{ }^{\circ}C$);
- Перемалывание (разбивание, сухое и влажное).

Синтез пигментов заключается в смешивании основных компонентов, их обжиге при температурах от $900^{\circ}C$ до $1400^{\circ}C$, измельчении, промывки и

помоле. Корректировку цветового оттенка и плавкости осуществляют введением оттеночных средств и флюсов.

Table 1: InstantColor[®] stoneware stains composition, crystal structure and firing conditions

Pigment	System	Colour Shade	Crystal Structure	Tmax/°C	Sieve Residue (>32 µm)	Firing Conditions
219 946	Co-Cr-Al	Chrome Green	Spinel	1400	<0,1 %	ox./red.
229 942	Zr-V-Si	Turquoise Blue	Zircon	1350	<0,1 %	ox./slightly red.
229 944	Co-Al	Cobalt Blue	Spinel	1450	<0,1 %	ox./red.
229 946	Co-Si	Cobalt Blue	Olivine	1450	<0,1 %	ox./red.
239 942	Zr-Si-Cd-S-Se	Brilliant Orange	Zircon	1350	<5,0 %	ox.
239 944	Zr-V	Havanna	Baddeleyite	1400	<0,1 %	ox./red.
239 946	Zr-Pr-Si	Intense Yellow	Zircon	1250	<0,1 %	ox.
239 947	Zr-Si-Cd-S	Yellow	Zircon	1350	<5,0 %	ox.
249 942	Co-Cr-Fe-Ni	Black	Spinel	1300	<0,1 %	ox.
259 943	Sn-Sb-V	Neutral Grey	Rutile/ Cassiterite	1300	<0,1 %	ox.
259 969 ¹	Zr-Si-Co-Ni	Zircon Grey	Zircon	1350	<0,1 %	ox./slightly red.
269 946	Zn-Al-Cr-Fe	Biscuit	Spinel	1300	<0,1 %	ox.
269 952	Zn-Cr-Fe	Wood Brown	Spinel	1300	<0,1 %	ox.
279 941	Ca-Sn-Si-Cr	Rose	Sphene	1250	<0,1 %	ox.
279 944	Zr-Si-Cd-S-Se	Intense Red	Zircon	1350	<5,0 %	ox.
279 946	Zr-Fe-Si	Coral	Zircon	1250	<0,1 %	ox.

¹ Hazards identification T and N; R phrases 49-61-48/23-68-42/43-51/53

Необходимо отметить, что положительные свойства керамических пигментов являются: высокая температуростойкость, точность цветового тона, стабильность при обжиге, тонкие и равномерные пигменты, высокая интенсивность цвета, легкое смешивание, отсутствие вреда окружающей среде, низкие расходы, доступность, возможность улучшения продуктов.

© Dipl. Min. Thomas Guth, 2016

УДК 666.651.5:3.015.4:3-16

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВКИ АЛЮМОМАГНЕЗИАЛЬНОЙ ШПИНЕЛИ НА СПЕКАНИЕ И СВОЙСТВА КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ЧАСТИЧНО СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ

Дейнега Г. И., Попова Н. А., Лукин Е. С.

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,
г. Москва,*

Растущий спрос на конструкционные материалы концентрируется в области машиностроения, где решающими факторами являются износостойкость, механическая прочность и термостойкость [1]. Свойства оксидной керамики на основе частично стабилизированного диоксида циркония (ЧСДЦ) и алюмомагнезиальной шпинели (MgAl_2O_4) хорошо отвечают этим требованиям. Некоторые свойства ЧСДЦ и MgAl_2O_4 приведены в Таблице 1.

Таблица 1

	ZrO_2	MgAl_2O_4
Плотность, г/см ³	6,05	3,58
Прочность, МПа	1300	150

Твердость по Моосу	8,5	8
КТР, $\cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$	9-10	6,5-7

Особенностью оксидной керамики на основе ЧСДЦ является наличие полиморфного перехода тетрагональной фазы в моноклинную, которая заполняет объем трещины. Однако недостатком ЧСДЦ является его плохая устойчивость к термоудару. Введение в состав алюмомагнезиальной шпинели (MgAl_2O_4) позволяет повысить устойчивость материала к термоциклированию.

Целью данной работы является исследования влияния концентрации добавки алюмомагнезиальной шпинели (MgAl_2O_4) на температуру спекания и свойства оксидной керамики на основе ЧСДЦ.

Алюмомагнезиальную шпинель (MgAl_2O_4) стехиометрического состава 71,7% – Al_2O_3 и 28,3% – MgO , синтезировали методом термолиза солей $\text{Al}(\text{OH})_3$ и MgCO_3 при температуре 1100 $^\circ\text{C}$.

Было приготовлено 3 состава композиционного материала на основе матрицы ЧСДЦ с различной добавкой алюмомагнезиальной шпинели (MgAl_2O_4) равной 10, 20 и 30 мас. %.

Образцы формовали в виде балочек (40x6x4мм) и дисков ($\varnothing 32 \times 8$ мм) методом гидростатического прессования. Обжиг проводили при температурах 1450 – 1600 $^\circ\text{C}$, с шагом 50 $^\circ\text{C}$ в воздушной среде. Испытание на прочность проводили методом трехточечного изгиба, открытую пористость определяли методом гидростатического взвешивания. Результаты приведены в Таблице 2.

Таблица 2

T, $^\circ\text{C}$	ZrO_2 – 90%, MgAl_2O_4 – 10%		ZrO_2 – 80%, MgAl_2O_4 – 20%		ZrO_2 – 70%, MgAl_2O_4 – 30%	
	$\sigma_{\text{изгиб}}$, МПа	$P_{\text{откр}}$, %	$\sigma_{\text{изгиб}}$, МПа	$P_{\text{откр}}$, %	$\sigma_{\text{изгиб}}$, МПа	$P_{\text{откр}}$, %
1450	547 $\pm$ 87	2,7	436 $\pm$ 74	2,3	290 $\pm$ 53	0,1
1500	578 $\pm$ 98	0,1	440 $\pm$ 92	0,9	416 $\pm$ 80	0,5
T, $^\circ\text{C}$	ZrO_2 – 90%, MgAl_2O_4 – 10%		ZrO_2 – 80%, MgAl_2O_4 – 20%		ZrO_2 – 70%, MgAl_2O_4 – 30%	
	$\sigma_{\text{изгиб}}$, МПа	$P_{\text{откр}}$, %	$\sigma_{\text{изгиб}}$, МПа	$P_{\text{откр}}$, %	$\sigma_{\text{изгиб}}$, МПа	$P_{\text{откр}}$, %
1550	560 $\pm$ 100	0,1	452 $\pm$ 84	0,5	251 $\pm$ 54	0,62
1600	451 $\pm$ 72	0,1	430 $\pm$ 90	0,9	215 $\pm$ 42	0,83

При увеличении температуры обжига у всех составов наблюдается увеличение прочности, что объясняется взаимным сдерживанием роста кристаллов ЧСДЦ и MgAl_2O_4 , которое приводит к равномерному росту зерен обеих фаз. При увеличении MgAl_2O_4 в матрице ЧСДЦ механическая прочность падает ввиду увеличения доли в композиционном материале компонента с меньшим значением прочности, чем у матрицы (Рис.1).

В качестве абразива для испытания на износостойкость использовали частицы электроплавленного корунда с размером зерен 0,16-0,32мм. Путь трения составил 540 м при давлении 0,33 МПа в зоне контакта. Потеря массы

составила $1 \cdot 10^{-4}$ грамм, что свидетельствует о высоком сопротивлении композиционного материала к истиранию.

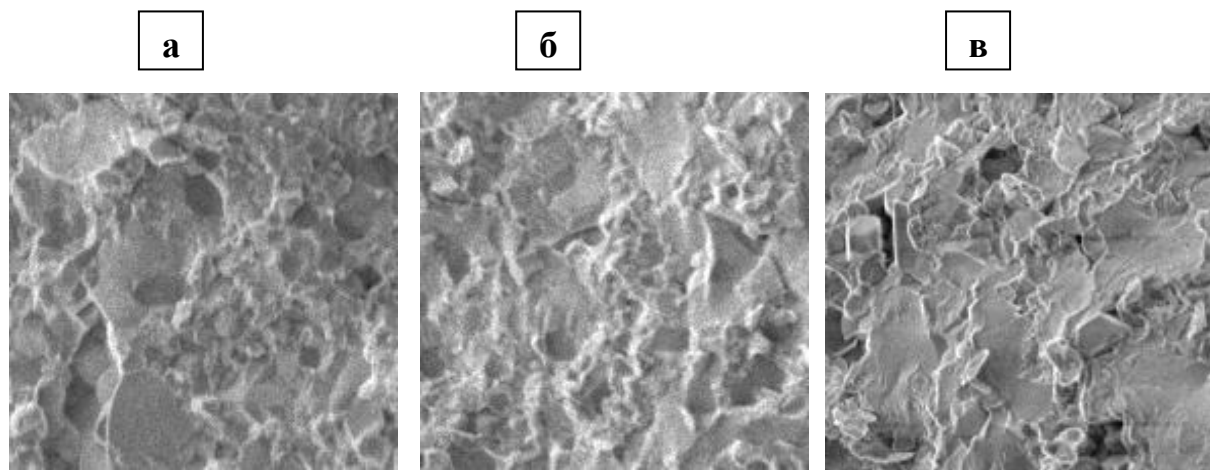


Рис.1

а - микроструктура образца состава 1 (10 масс. % MgAl_2O_4) температура обжига

1500 °С; б - микроструктура образца состава 2 (20 масс. % MgAl_2O_4) температура обжига 1500 °С; в - микроструктура образца состава 3 (30 масс. % MgAl_2O_4) температура обжига 1500 °С.

Таким образом, в проведенном исследовании получен наноструктурированный композиционный материал на основе ЧСДЦ с добавкой алюмомагнезиальной шпинели (MgAl_2O_4), который обладает средней прочностью 550 МПа, малой открытой пористостью, плотностью равной $5,20 \text{ г/см}^3$; высокой износостойкостью и устойчивостью к термоциклированию (не менее 50 циклов при 1300 °С). Полученный композиционный материал на основе ЧСДЦ с добавкой MgAl_2O_4 может быть использован для изготовления деталей или защитного покрытия на элементы двигателя внутреннего сгорания.

Список литературы:

1. Швейкин Г. П. Керамика: Прогнозы развития на 2000 – 2005 гг. Огнеупоры и техническая керамика. 2000. №7. – С. 5–9.

© Дейнега Г. И., Попова Н. А., Лукин Е. С., 2016

ЗАКАЛОЧНЫЕ ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ДИЛАТОМЕТРЫ TA INSTRUMENTS ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ТРУБНОЙ СТАЛИ И ПРОКАТА

Демченко Д.Н., Ахметов М.Ф.

INTERTECH TRADING CORPORATION, г. Екатеринбург.

Для определения фазовых переходов при термообработке металлов и моделирования обработки металлов давлением TA Instruments предлагает дилатометры семейства DIL805.

Дилатометрический метод определения фазовых переходов в металлах основан на регистрации линейного размера образца, связанного с изменением плотности и коэффициента термического расширения. Для измерения размеров используются датчики линейного перемещения с толкателем из инертного материала с минимальным значением ТКЛР. По итогам измерения удлинения образца в зависимости от температуры могут быть построены термокинетические диаграммы превращения при охлаждении (ССТ), или диаграммы изотермической выдержки (ТТТ). Термокинетические диаграммы позволяют быстро подбирать технологические параметры для получения изделий с заданными характеристиками.

Деформационные дилатометры предназначены для моделирования различных процессов обработки металлов давлением и термомеханической обработки. Для этого на образец при заданной температуре оказывается механическое воздействие с заданной скоростью деформацией или усилием. В результате получаются кривые текучести, которые можно использовать для улучшения экономической эффективности технологических процессов, прогнозирования свойств конечного изделия и оценки прочностных характеристик.

Для нагрева образцов в дилатометрах DIL805 используется индукционный нагреватель. Это обеспечивает скорости нагрева более 4000°C/сек. Для реализации высоких скоростей охлаждения образец выполняется в виде тонкостенного цилиндра. Охлаждение образца осуществляется потоками гелия с внутренней и внешней поверхностей цилиндров. В результате скорость охлаждения превышает 2500°C/сек. Полностью автоматизированные системы нагрева и охлаждения позволяют имитировать сложные температурные программы, например, охлаждение на воздухе, закалка в воде, солевом растворе или масле.

Точное измерение температуры образца обеспечивается размещением термопары непосредственно на его поверхности. Для надежного и воспроизводимого размещения термопары на поверхности образца используется специальный сварочный аппарат. Точное позиционирование термопары гарантируется специальным кондуктором.

Для деформации образцов в дилатометрах DIL805A/D реализована высокопроизводительная гидравлическая система и гидроцилиндры с быстродействующими клапанами. Реализуемое на образце усилие составляет 20

кН. При этом задержка исполнения деформации составляет 40 мсек. Технические характеристики дилатометров DIL805 позволяют имитировать как мгновенные высокоэнергетические воздействия – ковку, так и процессы с управляемой скоростью деформации – прокатка, прессование. Дилатометр DIL805A/D/T может выполнять деформацию образца в двух направлениях: сжатие и растяжение. Это используется для усталостных испытаний в условиях механоциклирования.

TA Instruments является ведущим разработчиком и производителем оборудования для термоанализа и реологии. Эта компания предлагает решения для изучения механических свойств, теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности различных материалов в широком температурном диапазоне.

Компания INTERTECH Corporation является официальным представителем TA Instruments в России и странах бывшего СССР.

© Демченко Д.Н., Ахметов М.Ф., 2016

УДК 678.046

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ДИОКТИЛФТАЛАТА

Залимова М.М., Мазина Л.А.

Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета,

г. Стерлитамак

kafedrahim2012@mail.ru,

В России при получении эластичных материалов и изделий на основе поливинилхлорида (ПВХ) одним из наиболее используемых пластификаторов является диоктилфталат (ДОФ). При производстве данного пластификатора для обеспечения высоких требований к показателям качества его подвергают очистке и осветлению. В промышленности ДОФ - сырец очищают смесью глины "гумбрин" и активированного угля. При этом на 1 тонну ДОФ расходуется 3-4 кг активированного угля и 5-6 кг глины "гумбрин" [1]. Отработанный шлам со стадии осветления ДОФ представляет собой смесь пластификатора, натриевых солей ДОФ, глины "гумбрин", активированного угля, продуктов гидролиза титансодержащего катализатора. Он не находит квалифицированного применения и может нанести экологический ущерб окружающей среде, поскольку содержит ДОФ, относящийся по ГОСТ 12.1.007 к высоко опасным веществам.

Нами исследована возможность применения шлама в ПВХ пластикате для внутреннего заполнения кабелей. Используемый в данной работе образец шлама содержал 51 % твердых компонентов и 49 % ДОФ с примесями. При введении его в рецептуру соответственно уменьшали в составе ПВХ пластиката количество наполнителей и пластификаторов.

Установлено, что с увеличением замещения наполнителей ДОФ шламом более, чем на 20 % наблюдается снижение прочности и эластичности ПВХ пластика. При введении шлама в количестве, позволяющем полностью заменить чистый ДОФ на пластификатор с примесями, содержащемуся в шламе физико-механические характеристики кабельного пластика марки ПВЗ значительно ухудшились - значения показателей прочность при разрыве и относительное удлинение при разрыве снизились практически в 2 раза. Вероятно, это обусловлено недостаточной совместимостью компонентов шлама с поливинилхлоридом.

С введением в состав ПВХ пластика шлама улучшаются технологические показатели - термостабильность и индекс текучести расплава. Увеличение термостабильности может быть обусловлено поглощением глиной и активированным углем выделяющегося при разложении полимера HCl, вследствие чего снижается его каталитическое действие на процесс дегидрохлорирования ПВХ.

В результате проведенных исследований подобрано оптимальное содержание шлама в составе кабельного пластика марки ПВЗ, позволяющее обеспечить соответствие его показателей качества установленным требованиям (таблица 1).

Таблица 1 - Характеристика кабельного ПВХ пластика марки ПВЗ

Наименование показателей	Регламентируемая норма	Серийный образец пластика	Образец пластика со шламом
Прочность при разрыве, МПа, не менее	3	4,8	4,2
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	150	193	189
Плотность, г/см ³ , не более	1,9	1,873	1,867
Горючесть по КИ, %, не менее	28	28	28
Максимальная оптическая плотность дыма $D_{\text{макс}}$: - при горении - при тлении	не нормируется	83 91	79 86
Термостабильность при T=200°C, мин	не нормируется	149	162
ПТР, г/10 мин, (P=10кгс, T=190°C)	не нормируется	91	116

Приведенные в таблице данные показывают, что частичная замена пластификатора и наполнителей на шлам со стадии осветления ДОФ не увеличивают дымообразование при тлении и горении ПВХ пластика. Хотя данный показатель для пластика марки ПВЗ не регламентируется, допускать его увеличения не следует из-за высокой опасности задымления зданий и

сооружений при горении кабельных линий и затруднения эвакуации людей при пожаре.

Таким образом, использование шлама в составе кабельного пластика марки ПВЗ, позволяет повысить экономическую эффективность производства кабелей и улучшить экологические показатели производства ДОФ.

Список литературы:

1. Дмитриев Ю. К., Даминев Р. Р., Исламутдинова А. А., Абакачева Е. М. Усовершенствование стадии этерификации фталатного пластификатора // Башкирский химический журнал. 2012. Том 19. № 1, С. 178-180.

© Залимова М.М., Мазина Л.А., 2016

УДК 678.5.02

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПЕЧАТИ ТРЕХМЕРНЫХ ПРОТОТИПОВ АБС ПЛАСТИКОМ.

Зарипов Т.Ф., Басыров А.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

e-mail: nikolaevaanneta@gmail.com

Технология 3D печати является одной из наиболее бурно развивающихся технологий в современном мире. Впервые появившись как инструмент для визуализации и прототипирования, 3D печать завоевывает все более обширные области приложения. Наиболее распространенным полимером для 3D печати является АБС-пластик марки 0809М, однако вопрос об оптимальных условиях переработки данного полимера во многом остается открытым вследствие ограниченности литературных данных. Кроме того, сложность определения условий печати полимером определяется во многом отсутствием универсальности использованных входных параметров для печати, а именно скорости подачи и температуры переработки полимерного материала.

АБС марки 0809М проявляет заметную текучесть при температуре выше 220°C, тогда как при температуре ниже 220°C показатель текучести расплава характеризуется значением ниже 5 г/10мин. Известно, что переработка термопластов методом экструзии может быть эффективно произведена лишь в том случае, если вязкость расплава полимера в условиях переработки находится в интервале $10^2 \div 10^4$ Па·с. Данному условию удовлетворяет расплавы АБС-пластика при темп

ературе выше 220°C. Таким образом, нижняя технологическая зона переработки АБС марки 0809М с использованием 3D принтера может быть осуществлена при температуре расплава выше 220°C.

При переработке термопластов методом экструзии из расплава верхний предел технологической температуры в экструдере определяется термальной стабильностью полимера. Термическое разложение АБС характеризовали с использованием термогравиметрического анализа. АБС-пластик в условиях

анализа демонстрировал высокую термическую стабильность. Начало термической деструкции отмечалось при температуре выше 240-250°C, при этом максимальная степень термической деструкции отмечалась при температуре 410°C. Исходя из данных термогравиметрического анализа, максимальная температура переработки АБС-пластика составляет 250°C. Оптимальная область печати характеризуется достаточно узким интервалом в диапазоне заполнения тестовой модели 100±5%. При степени заполнения прототипа с использованием АБС-пластика >105% наблюдается образование облоя на поверхности модели. Тогда как при степени заполнения прототипа менее 95% наблюдается образование пропусков печатных слоев, что в свою очередь приводит к ухудшению физико-механических и эстетических характеристик конечных прототипов.

При увеличении скорости подачи филамента от 0,1 до 0,27 см³/мин (240°C) степень заполняемости увеличивается от 78 до 113%. Данное явление объясняется тем, что с ростом подачи филамента увеличивается объемный выход полимера, и соответственно количество полимера, подаваемого по траектории движения печатной головки 3D принтера.

Печать трехмерных прототипов при температуре ниже 220°C практически неосуществима по причине низкой текучести при данной температуре АБС-пластика. Переработка АБС-пластика при температуре выше 250°C приводит к деструкции полимера, что в частности выражается в образовании газовых включений в состав полимера, переработанного с помощью экструдера на 3D принтере.

Таким образом, определены оптимальные условия печати трехмерных прототипов с использованием технологии 3D печати АБС-пластиком марки 0809М. Установлено, что трехмерные прототипы с наиболее высокими эстетическими характеристикам могут быть получены при степени заполнения прототипа 100±5%. Данная степень заполнения может быть достигнута в достаточно узком интервале температур 220-250°C и скорости подачи филамента 0,1-0,27 см³/мин.

© Зарипов Т.Ф., Басыров А.А., 2016

УДК 678

БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Исмагилова Г. Р., Никитина В. С.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

За последние десятилетия быстро развивающимся направлением в области создания новых биоразлагаемых полимеров является получение композиционных материалов на основе воспроизводимых природных полимеров, в качестве которых, как правило, используют полисахариды (крахмал, целлюлозу, хитозан и др.) и белки (каллоген, желатин, казеин).

Наибольшее количество исследований посвящается биоразлагаемым композиционным материалам на основе крахмала. Крахмал – полисахарид, накапливаемый в процессе жизнедеятельности растений в их клубнях, семенах, стеблях и листьях. В промышленных масштабах его получают из картофеля, кукурузы, пшеницы и риса. Пластические массы на основе крахмала обладают высокой экологичностью и способностью разлагаться в компосте при 30°C в течение двух месяцев [1].

Известны методы создания композиций на основе полиэтилена и крахмала. В данном случае полиолефин придает композиции эксплуатационные свойства, а полисахарид – способность к биodeградации.

Крахмал состоит на 20-30% из амилозы, имеющей линейное строение, на 70-80% из амилопектина, имеющего разветвленную форму. Присутствие амилопектина ухудшает прочность материала, поэтому в состав крахмалсодержащего полимера вводят пластификаторы, такие как вода, глицерин, сорбит, формамид, мочеви́на и т.д. [2]. Для увеличения гибкости и эластичности вводят выше 20% масс. пластификатора.

Для усиления процесса биodeградации полимера в естественных условиях, в его состав также вводят прооксиданты, например, растительное масло. Смешение полиолефина и полисахарида осуществляют в специальном оборудовании–экструдере, куда загружают необходимое количество полиэтилена и предварительно пластифицированного крахмала (обычно его содержание в композиции составляет от 1% до 15%).

Процесс экструзии ведут при 150-160°C, т.к. при данной температуре происходит желатинизация полисахарида. Из полученных листов термоформованием создают полужесткие материалы различных типоразмеров [3].

Список литературы:

1. Родионов Д. А., Суворина И. В., Макеев П. В. // Молодой ученый. – 2016. – №1. – С. 265-267.
2. Рыбкина С.П., Пахаренко В.В., Булах В.Ю. // Пластические массы. – 2012. – №2. – С. 61-64.
3. Шериева М.Л., Шустов Г.Б., Шетов Р.А. // Пластические массы. – 2004. – №10. – С. 29-31.

© Исмагилова Г. Р., Никитина В. С., 2016

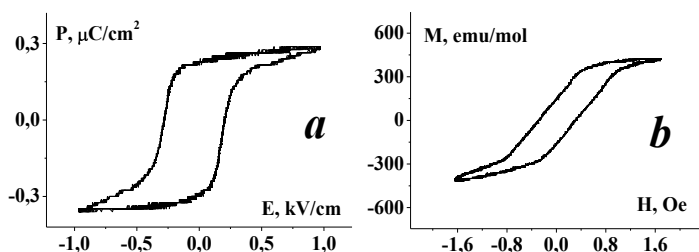
КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ КЕРАМИКИ $\text{Sr}_{0.9}\text{Ba}_{0.1}\text{TiO}_3\text{—Co}_{0.8}\text{Cu}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$

Калганов Д.А., Латыпов А.Р.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск

Магнитоэлектрические композиционные материалы могут стать основой нового класса устройств СВЧ-техники и микроэлектроники, таких как управляемые внешним электрическим полем фильтры, фазовращатели, датчики постоянных магнитных полей. В этих материалах, подбирая исходные компоненты и методы их соединения, возможно управлять типом и величиной связи магнитной и электрической подсистем, а также температурами соответствующих фазовых переходов.

В работе методом твердофазного синтеза из оксидов металлов были получены поликристаллические образцы состава $\text{Sr}_{0.9}\text{Ba}_{0.1}\text{TiO}_3$ (SBT) и $\text{Co}_{0.8}\text{Cu}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ (CCF). Далее измельчая и смешивая их согласно уравнению $x\text{SBT}+(1-x)\text{CCF}$ $x=0\text{--}0.5$ в мельнице с вольфрамовыми шарами (Pulverisette 2), получали исходную шихту композиционного магнитоэлектрического материала. Образцы шихты прессовали при давлении $P=10^8\text{Pa}$ и спекали при температуре $T=1100^\circ\text{C}$. Рентгенофазовый анализ полученного композита показал отсутствие новых фаз. Наличие магнитного и электрического упорядочения оценивали по петлям гистерезиса, полученным на лабораторных установках (Рис. 1).



Работа выполнена при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе «УМНИК» (договор №0018610).

Рис. 1. Электрическая *a)* и магнитная *b)* петли гистерезиса для образца $0.3\text{SBT}+0.7\text{CCF}$

© Калганов Д.А., Латыпов А.Р., 2016

УДК 666.3: 621.385

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЧ-ВЛАГОМЕРА В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ковалева А.А.

*Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы,
г. Уфа*

Востребованность промышленностью керамических профилированных изделий рождает необходимость в усовершенствовании технологии их

создания. На сегодняшний день существует множество различных технологий, однако объединяющим фактором для них остается необходимость контроля влажности в процессе создания.

Например, при изготовлении профилированных керамических изделий с использованием шнековых прессов необходимо поддерживать уровень влажности в пределах 14-16% [1], при несоблюдении условий изготовления изделия может получить дефекты либо не пройти контроль качества. Для повышения качества продукции необходимо использовать приборы измерения влажности с повышенной точностью измерения.

В данной работе рассмотрены результаты разработки СВЧ-влажмера для композиционных материалов.

СВЧ-влажмер позволяет проводить контроль влажности, как в лабораторных условиях (контрольного образца), так и в потоке (измерение влажности формовочной массы, конечного изделия).

Особенностью разработанного влагомера является обеспечение измерений в широком диапазоне, это обеспечивается облучением материала в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Для снижения случайной погрешности нами предложено проводить многократные измерения с последующим усреднением результатов. Способ может быть применен для независимых случайных величин, распределенных по нормальному закону и при равноточных измерениях. При выполнении большого числа измерений нормальность распределения результатов наблюдений обычно выполняется [2].

В докладе приводятся результаты исследований макета поточного СВЧ-влажмера. Проведенные исследования показали, что погрешность влагомера в диапазоне 10-25% влажности не превышает 0,8%.

Список литературы:

1. Шаяхметов У.Ш., Усманов С.М., Мурзакова А.Р., Чудинов В.В., Хайдаршин Э.А., Фахретдинов И.А., Гончаренко Е.А., Халиков Р.М., Технология экструзии наноструктурированных керамических масс на вакуумном поршень-прессе // Вестник Башкирского университета. 2014. Т. 19. №1

2. Ковалева А.А., Сайтов Р.И. Повышение точности измерения влажности сыпучих материалов СВЧ – методом// Материалы II международной научно-практической конференции «Фундаментальная наука и технологии - перспективные разработки». М., 2013 г. – Т. 2.

©Ковалева А.А., 2016

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН С АНАЛОГИЧНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ
КОММЕРЧЕСКИ ДОСТУПНЫХ МЕМБРАН

Козловский А.Л.¹, Здоровец М.В.^{1,3,4}, Архангельски Е.²

¹*Институт ядерной физики Республики Казахстан, Алматы, Казахстан*

²*Школа Инженерии, Назарбаев Университет, ул. Кабанбай батыра,
Астана, Казахстан*

³*УрФУ им. Первого Президента РФ Б.Н. Ельцина,
Екатеринбург, Российская Федерация*

⁴*НИЯУ МИФИ, Москва, Российская Федерация*

Главная проблема, возникающая при эксплуатации мембранных установок – загрязнение мембран, которое может происходить из-за осаждения частиц твердой фазы, развития микроорганизмов и химического взаимодействия между материалом мембраны и средой. Большинство композитных мембран – это сложные материалы, где поддерживающий слой выполнен из полимеров, например из полисульфонов, а фильтрующие слои – из полиамида или другого аналогичного по свойствам материала. Регенерация мембран в процессе эксплуатации представляет собой весьма сложный процесс. Кроме того, хорошие адгезионные свойства большинства органических веществ к этим материалам затрудняют процесс их регенерации.

Для проведения сравнительного анализа физико-химических свойств, а также производительности, проницаемости, селективности и прочностных свойств трековых мембран с аналогичными параметрами коммерчески доступными образцами мембран были выбраны трековые мембраны со сложной геометрией пор, полученные методом двухстороннего облучения и последующего травления, согласно методикам приведенным выше. Мембраны с геометрией пор «большой колодец – пористое донышко» являются перспективным материалом для применения в процессах прямого осмоса, благодаря своим прочностным свойствам, производительности и проницаемости.

Анализ полученных РЭМ изображений и позволил следующий вывод: после травления поры в трековых мембранах получаются в форме цилиндрических колодцев, глубиной 18 мкм. На рисунке 1 представлены РЭМ – изображения боковых сколов ПЭТФ пленки после травления.

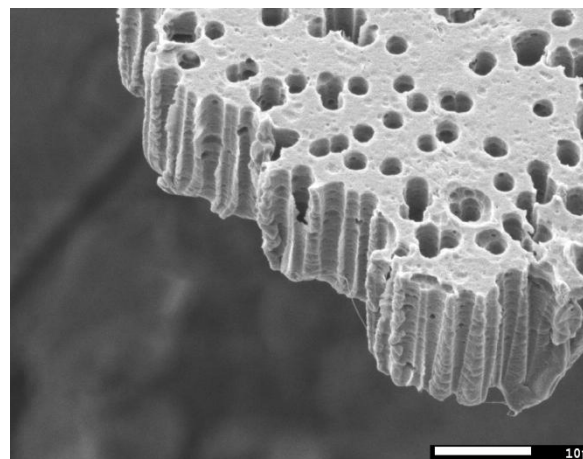
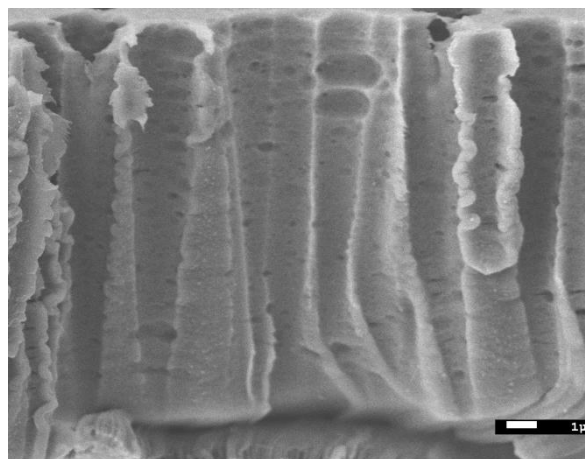
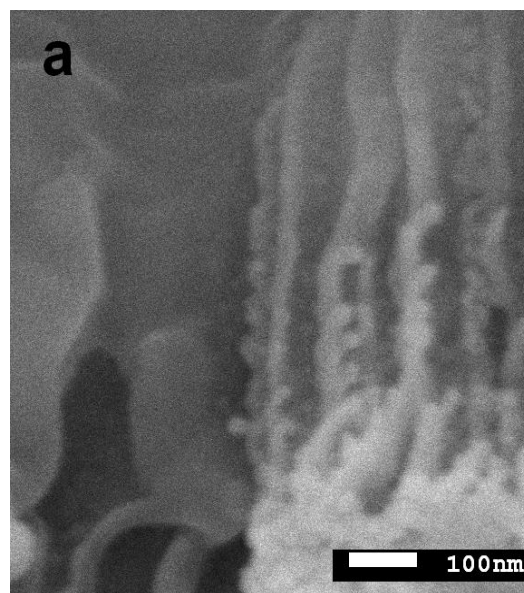
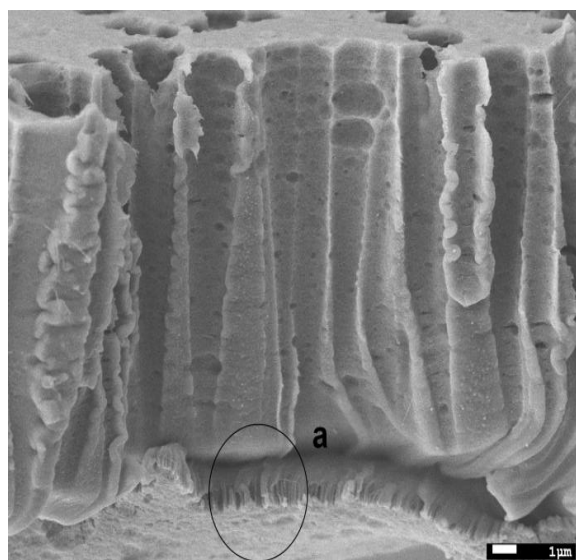


Рисунок 1. Боковые сколы ТМ после двухстадийного облучения и травления

Таблица 1 демонстрирует эксплуатационные параметры мембраны в осмотическом процессе.

Таблица 2. Эксплуатационные характеристики мембраны с геометрией "большой колодец с пористым дном" в осмотическом процессе.

Параметр	
Размер вершины поры, нм	137
Размер основания поры, нм	2910
Контактный угол смачивания (основание/вершина), °	56/33
Предел прочности, МПа	0,56
Производительность по воде, л/м ² -ч	8
Степень очистки NaCl, %	75

Как видно из таблицы, при использовании полученных ТМ в осмотическом процессе производительность по воде составляет 8 Л/м²*ч.

Для сравнительного анализа характеристик полученных ТМ с коммерчески доступными образцами были выбраны следующие виды мембран: Reatrack, Nerox, It4ip. В таблице 2 представлены характеристики коммерческих мембран, согласно заявленным паспортным данным.

Таблица 2. Характеристики коммерческих мембран

Мембрана	Плотность см ⁻²	Размер пор, нм лицо/образцы	Пористость %	Максимальное значение давления, при котором мембрана сохраняет свои прочностные свойства, МПа	Контактный угол, °
Reatrack	2.66 x 10 ⁸	392/378	28	0.031	53
Nerox	1.8 x 10 ⁸	373/367	26	0.037	57
It4ip	1.22 x 10 ⁸	372/366	25	0.04	57
Исследуемая мембрана	1.0 x 10 ⁶ /1.2 x 10 ⁹	2910/137	~10	0.56	56/33

С учетом данных можно видеть, что все коммерческие мембраны имеют сходные характеристики. Например, пористость всех трех образцов лежит в пределах 25-28%; значения механической прочности и контактного угла равны 0.031-0.04 МПа и 53-57° соответственно. Сравнивая данные величины с параметрами, полученной мембраны, можно отметить, что разработанная мембрана, обладающая высокой механической прочностью (0,56 МПа по сравнению с 0.031-0.04 МПа), степень гидрофильности близко к коммерческим образцам. Результаты измерений производительности по воде представлены на рисунке 2.

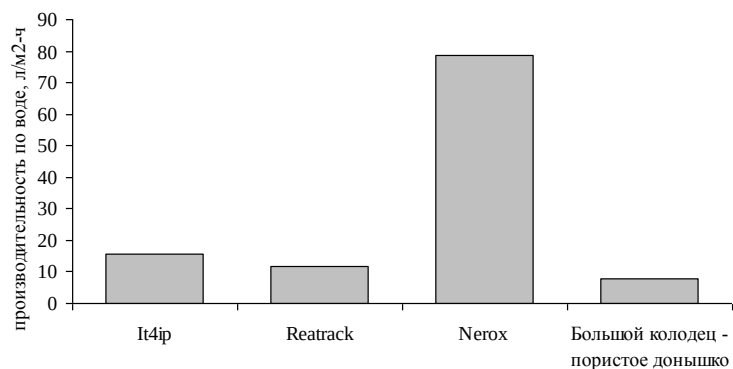


Рисунок 2. Диаграмма производительности по воде коммерчески доступных ТМ в сравнении с исследуемой мембраной

Как видно из представленных данных на диаграмме наибольшей производительностью обладают ТМ компании Nerox с пересекающейся геометрией пор ($90^\circ \pm 30^\circ$).

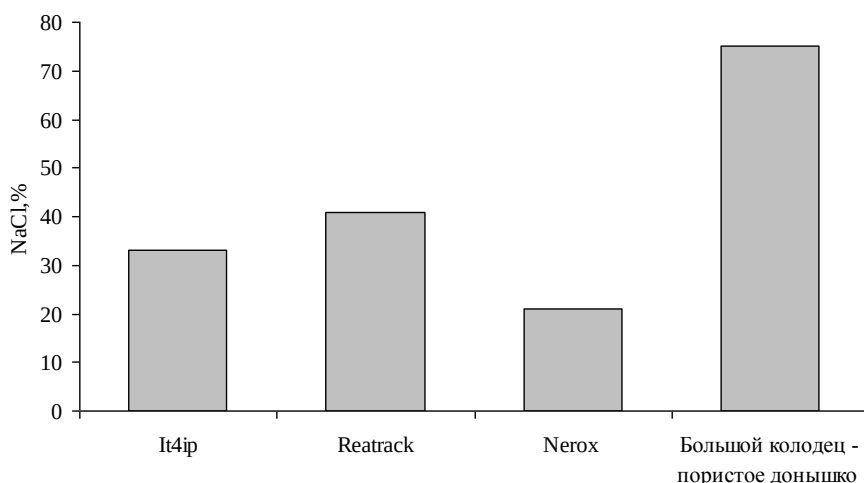


Рисунок 3. Диаграмма степени очистки коммерчески доступных ТМ в сравнении с исследуемой мембраной.

Однако, не смотря на большое значение производительности по воде, коммерчески доступные мембраны не применимы для процессов прямого осмоса, так как степень очистки NaCl для исследуемых мембран составляет не более 41% (рисунок 3), при том, что ТМ со сложной геометрией «большой колодец – пористое доннышко» составляет 75%, что согласуется с результатами очистки и производительности из работ [1-3].

Подводя итоги, можно выделить, что мембрана «большой колодец с пористым доннышком» 1) имеет хорошую механическую прочность (0.56 МПа) 2) эффективна для фильтрации растворов с низкой молекулярной массой 3) имеет приемлемую водяную проницаемость.

Список литературы:

1. C. Qiu, L. Setiawan, R. Wang, C.Y. Tang, A.G. Fane, High performance flat sheet forward osmosis membrane with an NF-like selective layer on a woven fabric embedded substrate // Desalination. – 2012. – Vol. 287. – P. 266–270
2. Q. Yang, K.Y. Wang, T.S. Chung. Dual-layer hollow fibers with enhanced flux as novel forward osmosis membranes for water production // Environ. Sci. Technol. – 2009. – Vol. 43. – P. 2800–2805.
3. A.P. Korikov, P.B. Kosaraju, K.K. Sirkar. Interfacially polymerized hydrophilic microporous thin film composite membranes on porous polypropylene hollow fibres and flat films // J. Membr. Sci. – 2006. – Vol. 279. – P. 588.

© Козловский А.Л., Здоровец М.В., Архангельски Е., 2016

УДК 620.1:691.175.3.

ГИБРИДНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Латыпова А. Р., Мельникова А. Я.

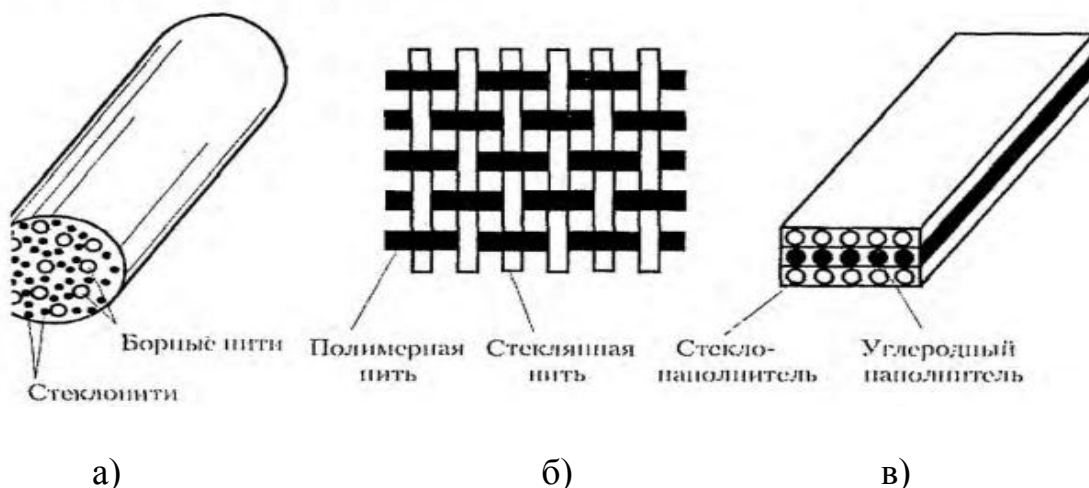
*Башкирский государственный университет, г. Уфа,
meln-alena@yandex.ru*

Композиционными называют материалы, полученные из двух или более компонентов и состоящие из двух или более фаз. Один компонент (матрица) образует непрерывную фазу, другой является наполнителем. Используемые на практике композиционные материалы не обязательно являются двухкомпонентными. В композитах одновременно могут присутствовать разнородные матрицы и волокна. В том случае если композиты состоят из трех и большего количества компонентов, их называют гибридными. Композиционные материалы, состоящие из двух или более матричных компонентов, отделенных друг от друга поверхностями раздела, называют полиматричными, или гетероматричными. Если в композите с матрицей одного типа присутствуют разнородные по составу армирующие компоненты, тогда гибридный материал называют полиармированным, или поливолоконистым [1].

Существует пять основных типов гибридных композитов:

1. Усредненный – волокна в таком КВМ смешиваются по всей массе композита. Отсутствуют участки макроконцентраций какого-либо волокна.
2. Внутрислойной – волокна в каждом слое КВМ регулярно чередуются. К этому типу могут быть отнесены и армирующие гибридные ткани. Слои могут «размываться» между собой.
3. Межслойной – каждый слой композита состоит из одного вида волокон (например, углепластиковая труба с наружными слоями стекловолокна).
4. Отдельные усилительные элементы (связки, ребра жесткости).
5. Так называемые супергибриды, т.е. слои композитов с органической матрицей и листы металлической фольги, уложенные в определенной последовательности.

Схематически некоторые варианты гибридных структур, используемых в композиционных материалах, приведены на рис.1. Одним из вариантов сочетания различных волокон является создание гетероволокнистых материалов по принципу однородных смесей, в соответствии с которым волокна различных типов равномерно распределяются в первичной нити, ленте или жгуте (рис.1, а). На рис.1,б показана схема строения ткани с плотняным переплетением полимерных и стеклянных нитей. Возможен вариант строения гибридных композиционных материалов с чередующимися листовыми слоями, армированными волокнами различного типа (рис.1,в).



а) б) в)
Рисунок1 – Варианты гибридных структур, используемых в композиционных материалах:

а – гетероволокнистая нить; б – двухкомплектная ткань; в – слоистый гибридный композиционный материал

Наиболее часто встречаются внутри- и межслоевые типы гибридных материалов. Углеволокнистые – гибридные КВМ материалы производят по обычной технологии, комбинируя углеволокнистые структуры с борными, стекловолоконными, арамидными или металлическими сложными структурами. При получении внутри- и межслоевого гибридного материала используются те же виды связующего, что и в обычных процессах получения углепластиков [2].

Гибридные композиционные материалы необходимы для устранения недостатков волокон одного типа за счет включения в состав материала волокон, другого типа, снижения цены композиционного материала за счет включения в состав некоторой доли более дешевых компонентов. Отмечается, что гибридный материал, содержащий 20% углеродных и 80% стеклянных волокон, имеет предел прочности на уровне 75% от прочности углепластика. При этом стоимость гибридного композита составляет только 30% от стоимости углепластика.

Таким образом, подбирая материал компонентов, можно целенаправленно управлять свойствами композитов. Путем изменения содержания волокон различного типа можно эффективно влиять на модуль упругости, прочностные

свойства, вязкость, тепловые характеристики гибридных композиционных материалов.

Создание гибридных полимерных композиционных материалов, совмещающих два и более типов волокон - стеклянных, органических, углеродных и борных, является перспективным направлением развития современной техники, поскольку обуславливает расширение возможности создания материалов с заданными свойствами.

Список литературы:

1. Батаев А.А., Батаев В.А. Композиционные материалы: строение, получение, применение: Учебник. – Новосибирск, Изд-во НГТУ, 2002
2. Справочник по композиционным материалам: В 2-х книгах/ Под ред. Дж. Любина; Пер. С англ. А.Б. Геллера, М.М. Гельмонта; Под ред. Б.Э Геллера. - М.: Машиностроение, 1988
3. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб.пособие / М.Л. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин и др.; под ред. А.А. Берлина. — СПб.: Профессия, 2008.

© Латыпова А.Р., Мельникова А.Я., 2016

УДК 678

ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА

Мингазова А.Р., Нуриманова Э.С., Захаров В.П.

Бакирский государственный университет, г. Уфа

В последние годы полипропилен, как композиционный материал приобрел популярность, при этом в качестве наполнителей используют природные материалы, как минеральные (различные силикаты, глины и т.п.), так и растительные (волокна, отходы перерабатывающих производств, включая древесную муку) [1]. Для изделий длительного срока эффективной эксплуатации важнейшей задачей при модификации является сохранение как можно дольше основных свойств и предотвращение разрушения в течение всего срока службы. В то же время такие изделия, как упаковочные материалы, тара, разовые медицинские изделия, посуда быстро превращаются в мусор, загрязняя окружающую среду. Высокие темпы роста производства и потребления пластмасс, характерные для развитых в промышленном отношении стран, обусловили возникновение проблемы уничтожения и утилизации пластмасс [2]. С этой целью в качестве наполнителей для синтетических полимеров используют различные природные компоненты, представляющие питательную среду для микроорганизмов [3-5]. Интерес к древесно-полимерным композитам (ДПК) обусловлен возможностью утилизации отходов деревообрабатывающей промышленности (мука, опилки,

волокна, щепы). Удешевление изделий из ДПК может быть достигнуто при максимальных степенях наполнения полимерной матрицы. Возможности получения композиционных материалов на основе полиолефиновой матрицы с высоким (до 70 мас. %) содержанием древесной муки были изучены ранее в [6]. Однако это может ухудшить прочностные характеристики получаемых материалов и ряд других свойств.

Таким образом, актуальную задачу получения полимерных материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами можно решить за счет применения измельченных древесных отходов (древесной муки) в качестве наполнителя.

Экспериментальная часть

В качестве объектов исследования были выбраны: ПП дробленый марки №360 и древесная мука марки М-180 («ПластСервис», г. Дзержинск). Конкретный фракционный состав древесной муки в поставке зависит от метода размолла и классификации частиц (центробежный, ситовой и т.д.). ГОСТ 16361-87 определяет основным назначением марки 180 производство фенопластов, промышленных взрывчатых веществ, полимерных композиционных и строительных материалов. Древесная мука была предварительно высушена при 60⁰С. Размеры частиц соответственно ГОСТУ 163661-87 менее 0,17 мм. Изготавливали материалы с содержанием ДМ 2м.ч., 5м.ч., 10м.ч., 15м.ч. и 30м.ч.

Приготовление композиций осуществляли в расплаве на лабораторной станции (пластограф) «Plastograph ЕС» фирмы Brabender при температуре 180⁰С и скорости вращения роторов 30 об/мин в течение 15 мин при нагрузке 200 Н. Деформационно-прочностные свойства полимера определяли на прессованных образцах материала толщиной 1 мм. Прессование осуществляли на автоматическом гидравлическом прессе «Auto МН-NE» производства фирмы «Carver» при 210 ⁰С и выдержке под давлением 7000 кгс в течение 3 мин. Модуль упругости, прочность и относительное удлинение при разрыве определяли согласно ГОСТ 11262-80 на разрывной машине «Shimadzu AGS-X» при температуре 20 °С и скорости движения подвижного захвата разрывной машины 1 мм/мин.

Обсуждение результатов

До момента полной пластикации полимерной композиции в камере пластографа величина крутящего момента увеличивается в процессе смешения и при определенном времени достигает своего максимального значения. Затем, по мере прогрева [74] высоковязкого расплава вязкость композиции снижается. (рис.1)

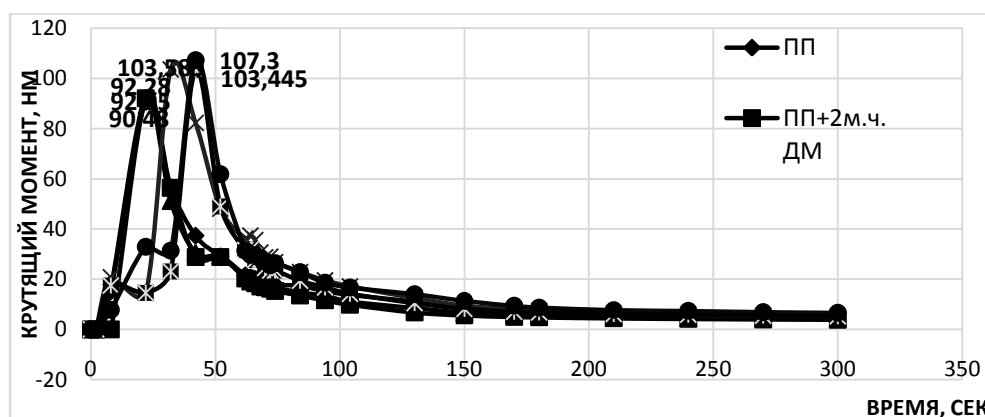


Рис.1 Зависимость крутящего момента от времен смещения. $T=180^{\circ}\text{C}$, скорость вращения роторов 30об/мин

ДПК по сравнению с чистым полипропиленом обладают большим крутящим моментом. С увеличением содержания наполнителя в композите, увеличивается значение крутящего момента. Что свидетельствует о получении менее эластичного полимера.

Так же этот факт подтверждается данными, полученными с разрывной машины. Чем выше содержание ДМ, тем больше влияние наполнителя на прочность материала. При содержании 30м.ч. ДМ прочность при разрыве снижается до $15,330 \text{ Н/мм}^2$, по сравнению со значением полипропилена. Прочность при растяжении снижается с $24,420 \text{ Н/мм}^2$ до $15,529 \text{ Н/мм}^2$. Относительное удлинение при растяжении и разрыве уменьшается с 11,27% до 4,87% и с 34,67% до 6,40% соответственно. (табл. №1)

Таблица №1 Деформационно-прочностные характеристики ДПК на основе полипропилена

	ПП	ПП + 2м.ч. ДМ	ПП + 5м.ч. ДМ	ПП+ 10 м.ч. ДМ	ПП+ 15м.ч. ДМ	ПП+30м.ч. ДМ
Модуль упругости, МПа	1928,44	1934,52	1984,81	1910,82	2097,94	2042,66
Прочность при растяжении, Н/мм^2	24,420	21,447	21,163	19,946	16,274	15,529
Относительное удлинения при растяжении, %	11,27	7,47	7,27	5,94	5,20	4,87
Прочность при разрыве, Н/мм^2	20,689	17,726	17,445	16,747	16,832	15,330
Относительное удлинение при разрыве, %	34,67	7,67	7,87	6,27	6,47	6,40

Таким образом, древесная мука снижает прочность, относительное удлинение при растяжении и разрыве. Показатель модули упругости при различном содержании наполнителя, находится в диапазоне 1910,82 – 2097,94 МПа.

Список литературы:

1. Karian H. handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites. – N.Y.: Marcel Dekker, 2003. – 542p.
2. Коваленко О., Молодиченко М. Биоразложение: углеродный след упаковки. // Тара и упаковка. 2011. №4. С.16-20.
3. Day M., Shaw K., Cooney D., Watts J., Harrigan B. Degradable Polymers: The Role of the Degradation Environment. // Journal of Environmental Polymer Degradation. 1997.v.5. №3. p.137-151.
4. Сычугова О.В., Колесникова Н.Н., Лихачев А.Н., Попов А.А. Роль крахмальной компоненты в процессах деструкции смесей СЭВА-ТПК при воздействии плесневых грибов.//Пластические массы. 2004. № 9. С.29-32.
5. Базунова М. В., Прочухан Ю. А. Способы утилизации отходов полимеров. // Вестник Башкирского университета. 2008. Т.13. №4. С. 875-885.
6. Амиров Р.Р., Амирова Л.М., Беззаметнов О.Н., Горбачук В.В. Получение и исследование свойств древесно-наполненных полипропиленов различных марок // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2012. – Т. 154, кн. 3 . – С. 90–104.

© Мингазова А.Р., Нуриманова Э.С., Захаров В.П., 2016

УДК 666

ПРОИЗВОДСТВО ПРОТИВОКОРРОЗИОННОГО ПОЛИМЕРНОГО
ПОКРЫТИЯ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ И СТАЛЬНЫХ ТРУБ
НА АО «ТАРГИН»

Мухаметдинов И.И., Шаймиев А.Р., Смагин С.И., Смагина Р.М.

Филиал УГАТУ в г. Нефтекамск, СПбГЭТУ

Аннотация: В статье описано производство противокоррозионного полимерного покрытия насосно-компрессорных и стальных труб.

Ключевые слова: НКТ (Насосно-компрессорные трубы); Эксплуатационная надежность покрытия;

Прогрессивная технология производства противокоррозионного полимерного покрытия стальных труб и труб НКТ.

Насосно-компрессорные трубы с полимерным покрытием предназначены для эксплуатации в нефтяных скважинах, работающих в режиме фонтанирования и оборудованных электроцентробежными насосами, а также в скважинах системы ППД. Температурный диапазон эксплуатации от минус 40 до плюс 60 градусов Цельсия.

НКТ с внутренним противокоррозионным покрытием имеют ряд преимуществ перед обычными стальными НКТ без защитного покрытия:

- полимерное покрытие препятствует распространению коррозии на поверхности трубы, вследствие чего срок службы увеличивается в 1,5-2 раза;

- увеличивается межремонтный период работы скважин за счет уменьшения АСПО;

- увеличивается пропускная способность вследствие возрастания скорости потока перекачиваемой жидкости;

- значительное уменьшение отложений парафина и солей.



Технические характеристики

Диаметр труб, мм.....60-89

Длина труб, не более, м.....11

Толщина покрытия, мкм.....350-500

Прочность покрытия при растяжении, мм, не менее.....7,0

Расход краски, г/м² 400-500

Рабочая температура (температура полимеризации), С^о 180-200

Адгезия исходная.....не более 1 балла

Адгезия после выдержки в воде при температуре 60^о С

в течение 1000 ч не более 1 балла

Цвет покрытия.....серый, оттенок не нормируется

Материал покрытия- эпосидная порошковая краска ПЭП-585

ТУ 2329-103-05034239-97

Метод нанесения покрытия струйное распыление.

Эксплуатационная надежность покрытия в коррозионно-активных средах обеспечивается, с одной стороны, свойствами самого материала (прочность, твердость, химическая стойкость), с другой стороны- применением прогрессивной технологии на оборудовании фирмы «BUTLER TECH».

Имеется техническая документация нанесения противокоррозионного полимерного покрытия стальных труб и труб НКТ.

Достоинства:

Гладкая пленка внутреннего покрытия позволяет увеличить скорость потока перекачиваемых жидкостей и за счет этого увеличивает пропускную способность трубы. Так, КПД трубы диаметром 25 мм с покрытием равен КПД

трубы диаметром 30 мм без покрытия. Высокая адгезия покрытия создает надежный барьер проникновению коррозионных сред к металлической поверхности, отмечено также увеличение срока эксплуатации скважин между профилактическими обработками против парафинов при использовании НКТ с покрытием ПЭП-585.

Характеристика внутреннего полимерного покрытия

Полимерное противокоррозионное покрытие применяется с целью увеличения срока службы труб в 1,5-2 раза; увеличения межремонтного периода работы за счет уменьшения АСПО; увеличения пропускной способности вследствие возрастания скорости потока перекачиваемой жидкости и значительного уменьшения отложений парафина и солей.

Диаметр трубы, мм.....	76-325
Толщина покрытия, мкм, не менее.....	350-500
Прочность покрытия при растяжении, мм, не менее.....	7,0
Адгезия внутреннего покрытия	не более 1 балла
Адгезия наружной изоляции.....	не более 20 баллов
Температура эксплуатации, С ^о , не более.....	60
Материал покрытия эпосидная порошковая краска ПЭП-585.	
ТУ 2329-103-05034239-97	

Стальные трубы и трубы НКТ для повышения коррозионной стойкости наружной поверхности стальных труб и труб НКТ предназначенных для эксплуатации нефтяных скважин подвергаются наружной изоляции.

Характеристика наружной изоляции

Тип защитного покрытия	Структура покрытия	Значение
Усиленный по требованиям ГОСТ Р 51164	Грунтовочный слой-битумно-полимерная грунтовка, г/м ²	80-120
	Изолирующий подслой-дублированная полиэтиленовая лента типа «Полилен» (1 слой), мм	0,45
	Защитный слой-экструдированный полиэтилен термостойкостабилизированный ПВД, марки 153-10К, мм	1,9

Имеется технология нанесения наружной изоляции стальных труб и труб НКТ предназначенных для эксплуатации нефтяных скважин, работающих в режиме фонтанирования и оборудованных электроцентробежными насосами, а также в скважинах системы ППД.

При соединении труб в плеть применяется технология раструбно-конусного соединения стальных труб диаметром до 325 мм включительно с применением оборудования фирмы «BUTLER TECH».

Список литературы:

1. Васильев В.В., Тарнопольский Ю.М. (1990) Композиционные материалы: Справочник;
2. Машков Ю.К. и др. (2002) Конструкционные пластмассы и полимерные композиционные материалы: Учеб. Пособие;
3. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. (1980) Материаловедение;
4. <http://targin.ru/> АО «Таргин».

© Иванов В.Г., Петров А.Б., 2016

УДК 547.1

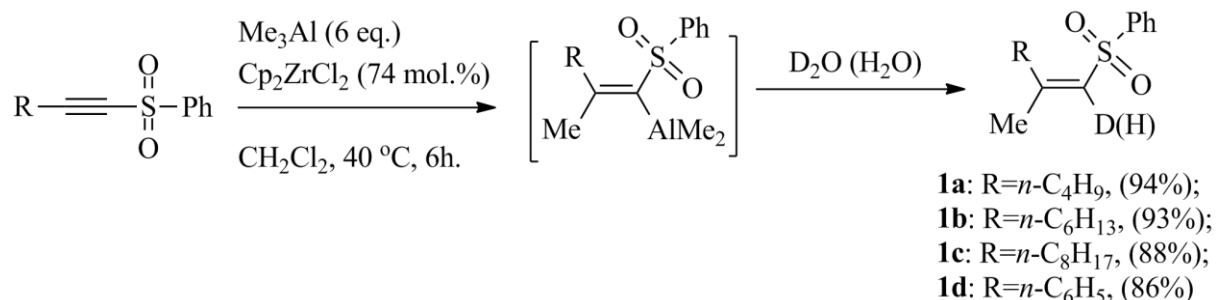
**Cr₂ZrCl₂ КАТАЛИЗИРУЕМОЕ МЕТИЛАЛЮМИНИРОВАНИЕ
1-АЛКИНИЛСУЛЬФОНОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ Me₃Al**

¹Надршина З.И., ²Кадикова Р.Н., ²Рамазанов И.Р., ²Вяткин А.В.,
²Джемилев У.М.

¹Бакирский государственный университет, г. Уфа

²Институт нефтехимии и катализа УНЦ РАН, г. Уфа

Реакции карбо- и циклоалюминирования ацетиленов зарекомендовали себя как мощные и гибкие инструменты создания углерод-углеродной связи, позволяющие решать многие актуальные проблемы современного органического синтеза. Однако, круг вовлеченных в нее соединений ограничивается терминальными ацетиленами, пропаргиловыми спиртами и замещенными арилацетиленами [1]. Мы установили, что метилалюминирование 1-алкинилсульфонов с помощью 6 эквивалентов триметилалюминия в среде дихлорметана при температуре 40 °С дает с высоким выходом 1-алкенилсульфоны **1a-d** Z-конфигурации. Итак, нами впервые осуществлено Cr₂ZrCl₂ катализируемое метилалюминирование 1-алкинилсульфонов под действием Me₃Al.



Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 16-33-00403, проект 16-33-60167.

Список литературы:

1. Magoon E.F., Slauch L.H. Reductions of acetylenes and conjugated diolefins by lithium aluminum hydride. // Tetrahedron. - 1967. - V. 23. - P. 4509 - 4515.

© Надршина З.И., Кадикова Р.Н., 2016

ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ ТРЕХМЕРНЫЕ ПРОТОТИПЫ ПОСТОЯННЫХ РЕЗИСТОРОВ НА ОСНОВЕ ПВА КОМПОЗИЦИЙ

Николаева А.А., Басыров А.А.

Бакирский государственный университет, г. Уфа

С ростом тенденций развития новых материалов и возможностей создания любых трехмерных объектов с помощью несложных систем управления появляются новые требования к полимерному сырью и устройствам создания трехмерных прототипов – простота в использовании, а также улучшение физико-механических и технологических свойств получаемых объектов. Использование принтера шнекового типа позволяет применять в 3D печати большее число полимерных материалов и композиций, а также решает проблему с использованием порошкообразного и гранулированного сырья.

В качестве возможной к применению в трехмерной печати полимерной композиции рассмотрена смесь бисерного поливинилацетата марки М10 (ПВА М10) и технического углерода Printex ХЕ-2В (ТУ Printex ХЕ-2В). Технический углерод является одним из электропроводящих наполнителей, вводимых в полимерную матрицу для направленного регулирования ее электропроводности. Для композиции на основе ПВА М 10 и ТУ Printex ХЕ-2В со степенью наполнения 10 масс.% были изучены электрические свойства и возможность ее применения в качестве токопроводящего материала для трехмерного прототипирования.

Установлено, что сопротивление полученной полимерной композиции варьируется в широких пределах, что позволяет использовать ее в различных сферах, предполагающих применение токопроводящих материалов.

Электропроводящая полимерная композиция на основе ПВА ТУ Printex ХЕ--2В может быть использована для трехмерного прототипирования пассивных электрических систем и элементов. В качестве прототипов с помощью 3D печати были созданы постоянные резисторы.

В качестве материала для трехмерного прототипирования постоянных резисторов использовали ПВА с содержанием ТУ 10 масс.%. Установлено, что в зависимости от геометрической формы напечатанных прототипов возможно в широких пределах регулировать свойства полученных резисторов: от 1 до 10^6 Ом. Полученные резисторы могут быть использованы в качестве элементов сопротивления в электрических схемах.

Таким образом, с использованием 3D принтера UniqBot модификации «Maximus 1.2» показана возможность получения электропроводящих полимерных прототипов на основе поливинилацетата марки М 10 и технического углерода Printex ХЕ-2В. Продемонстрирована возможность получения электропроводящих трехмерных прототипов постоянных резисторов на основе угленаполненных ПВА композиций, с сопротивлением от 1 до 10^6 Ом.

© Николаева А.А., Басыров А.А., 2016

РАСТВОРИМОСТЬ СОПОЛИМЕРА НА ОСНОВЕ АНИЛИНА И 2-[(1S)-ЦИКЛОПЕНТ-2-ЕН-1-ИЛ]АНИЛИНА

Патрушев Н. В., Биглова Ю. Н., Шигапова А. Р.

Бакирский государственный университет, г. Уфа

Синтез растворимых в органических растворителях электропроводящих полимеров – перспективнейшее направление современной химии. На их базе в перспективе будет упрощено производство электрохромных устройств, органических солнечных элементов и светодиодов, проводящих покрытий.

Полианилин – один из ярчайших представителей электропроводящих полимеров, но его недостатком является нерастворимость ни в воде, ни в органических растворителях. В процессе работы нами был получен растворимый полимер - поли-2-[(1s)-циклопент-2-ен-1-ил]анилин. Но на фоне его довольно неплохой растворимости страдали проводящие свойства [1]. В связи с этим мы решили провести синтез соединения, добавив в реакционную колбу одинаковые количества анилина и 2-[(1s)-циклопент-2-ен-1-ил]анилина. Образец был получен по известной методике с выдержкой 24 часа [2]. Далее было решено установить количество растворимой части полимера в наиболее известных растворителях (табл.1), затем растворимость уже самой растворимой части необходимой для формирования пленок (табл.2).

Таблица 1

Эффективность растворения

Растворитель	Количество растворимой части (%)
Хлороформ	5
ДМФА	17,8

Таблица 2

Растворимость

Растворитель	Растворимость (мг/мл)
Хлороформ	38
ДМФА	45

В ходе исследования было установлено, что оптимальным растворителем для полученного сополимера является ДМФА.

Список литературы:

1. Патрушев Н.В., Биглова Ю.Н., Мустафин А.Г. Подбор оптимального растворителя для формирования пленок из поли-2-[(1s)-циклопент-2-ен-1-ил]анилина // Тезисы докладов IX Международной школы-конференции для студентов, аспирантов и молодых ученых «Фундаментальная математика и ее приложения в естествознании». – Уфа, 2016. – С. 277
2. Патрушев Н.В., Тагирова З.С., Биглова Ю.Н. Синтез поли-2-[(1s)-циклопент-2-ен-1-ил]анилина // Тезисы докладов XIX Всероссийской конференции молодых ученых-химиков. - Нижний Новгород, 2016. – С. 94.

© Патрушев Н. В., Биглова Ю. Н., Шигапова А. Р., 2016 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА АРМИРОВАНИЯ НЕСУЩИХ СЛОЕВ ИЗ ГРУНТОВ И КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ГЕОРЕШЕТКАМИ. МЕТОДИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Почерняев Д.С., Масалов А.В., Савельева Е.В.

ФГБОУ ВПО Юго-Западный государственный университет, г. Курск

Аннотация: В данной статье представлена методика экспериментальных исследований с целью определить расположение георешетки в цилиндре с заполнителем, которое обеспечит меньшую осадку материала.

Метод лабораторного определения характеристик просадочности

Экспериментальное определение осадки материалов состоит из трех этапов. На первом этапе определение осадки без армирования (рис. 2а), на втором с армированием типа «б» (рис. 2б) и последний этап включает в себя определение осадки с армированием типа «в» (рис. 3в).

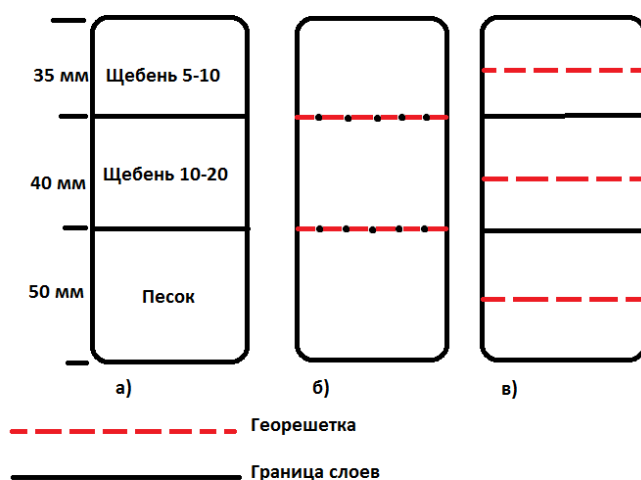


Рис. 2. Схемы вариантов армирования

Для выполнения работ в качестве расчетной оболочки используется стальной цилиндр с внутренним диаметром 50 мм, толщиной стенки 5 мм и высотой 125 мм (рис. 3).



Рис. 3. Расчетная оболочка и пуансон для испытаний

В качестве дискретного заполнителя применяется щебень фракции 5-10, щебень фракции 10-20 и супесь.

При определении осадки нагрузка прикладывается ступенями: 5,1; 6,1; 7,6; 10,2 кгс/см². На каждой ступени по индикаторам будет сниматься отчет.

В эксперименте используется георешетка Апролат. Это – плоский рулонный полимерный материал сетчатой структуры, образованной из монолитных рёбер, жёстко скреплённых в углах с образованием ячеек.



Рис.4. Георешетка Апролат

Эффект заклинивания и фиксации структурного наполнителя в ячейках препятствует сдвигу, армируя конструктивные слои. Каждый слой остаётся на своём месте, поэтому дорога не расползается, остается неизменно прочной и надежной.

Обладая высокой жёсткостью, плоская георешетка Апролат из полипропилена повышает несущую способность основания, равномерно распределяя динамические и статические нагрузки.

Ячейки георешетки не позволяют щебню «уйти» в грунт, что в свою очередь снижает колееобразование и количество провалов. Увеличение эксплуатационного ресурса дорог и продление межремонтных

периодов, сокращение затрат на обслуживание. Высокая устойчивость к агрессивным средам, что максимально эффективно при сооружении дорог на закисленных или щелочных почвах.

Аппаратура

В лаборатории кафедры «Городское, дорожное строительство и строительная механика» была изготовлена установка для определения осадки материалов.



Рис. 5. Фото лабораторной установки

В состав установки входят: металлическая рама с механизмом вертикальной нагрузки образца, расчетная оболочка (рис. 3), динамометр и индикаторы часового типа с ценой деления шкалы 0,01 мм для измерений вертикальных деформаций образца грунта (рис. 6).

Конструкция установки обеспечивает:

- центрированную передачу нагрузки на штамп;
- возможность нагрузки на штамп ступенями давления от 5,1 до 10,2 кгс/см²;
- постоянство каждой ступени давления;
- неподвижность расчетной оболочки при испытаниях;

Измерение вертикальных деформаций образцов с точностью 0,01 мм.

Подготовка и проведение испытаний

I. Сбор испытуемого «пирога»;

1. Супесь (50мм) – уплотнение и замачивание водой (10-20 °С);
2. Щебень фракции 10-20 – уплотнение;
3. Щебень фракции 5-10 – уплотнение;
4. Нагружение ступенями (5,1; 6,1; 7,6; 10,2 кгс/см²). Каждую ступень давления необходимо выдержать до условной стабилизации осадки. За условную стабилизацию осадки надлежит принимать приращение деформации образца, не превышающее 0,01 мм за 3 ч.

Повторять этапы с разным расположением георешетки в образце (см. рис. 2).

После испытаний проводится контроль влажности грунта весовым методом.

Обработка результатов испытаний

По результатам измерений определить величину относительной осадки материалов. Получить зависимость осадки материалов от давления в графическом виде (построить графики). Выяснить какое расположение решётки в цилиндре обеспечит меньшую осадку материала при повышенной влажности, что позволит сохранить слои в целостности.

Список литературы:

1. ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия.
2. ГОСТ 3344-83 Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства.
3. ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ.
4. ГОСТ 23161-78 Метод лабораторного определения характеристик просадочности.
5. ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация.
6. ГОСТ 30416-96 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.
7. ГОСТ 30672-99 Грунты. Полевые испытания. Общие положения.
8. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
9. Применение объемных пластиковых георешеток в дорожном строительстве. / А.Н. Шуваев, С.П. Санников. // Строительный вестник Тюменской области. 2003. - №4. - С. 90-91.
10. Увеличение эксплуатационной надежности оболочечных конструкций при различных типах нагружения. / Колесников А.Г., Толмачева Т.А.
11. В сборнике: Юность и знания - гарантия успеха Сборник научных трудов.
12. Международный научно-технической конференции. Ответственный редактор Разумов М.С., Курск, 2014. С. 158-160

© Почерняев Д.С., Масалов А.В., Савельева Е.В. 2016 г.

УДК 541.64,547.1

ДИХЛОРЦИКЛОПРОПАНОВЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНОГО 1,2- ПОЛИБУТАДИЕНА

Сагдеева А.С., Глазырин А.Б.

Башкирский государственный университет, г. Уфа,

e-mail: sagalfiya@yandex.ru

Одним из современных направлений в химии полимеров является получение новых высокомолекулярных соединений путем химической или физической модификации уже существующих полимеров с целью создания на их основе новых материалов с комплексом ценных свойств. Практическое значение имеет модификация полимеров, при проведении которой стремятся сохранить полезные качества, одновременно добавляя новые или устраняя нежелательные. Таким путем удастся значительно расширить область применения существующих полимеров. Оптимальным вариантом для модификации являются макроцепи, содержащие в своей структуре двойные связи. Активность ненасыщенных связей по отношению ко многим реагентам позволяет вводить в полимерную цепь функциональные группы различного типа.

Известно, что хлорсодержащие полимеры обладают комплексом ценных свойств, таких как масло- и огнестойкость, высокая адгезия к металлам, поэтому синтез новых хлорсодержащих полимеров на основе 1,2-полибутадиенов (1,2-ПБ), содержащих $C=C$ связи в боковой цепи макромолекул, представляет научный и практический интерес. Интересным направлением является метод получения хлорсодержащих полимерных материалов дихлорциклопропанированием, исключающий применение таких агрессивных соединений как хлор и хлороводород.

Целью работы являлось получение и изучение свойств дихлорциклопропанированных (ДХЦП) полимеров на основе низкомолекулярного 1,2-ПБ, а также возможности их использования в составе ПВХ-композиций.

Для модификации был использован низкомолекулярный полибутадиен марки СКД СН с содержанием 1,2-звеньев 61%. Дихлорциклопропанирование 1,2-ПБ осуществляли путем присоединения дихлоркарбена, образованного при взаимодействии хлороформа с водным раствором гидроксида натрия в присутствии катализатора межфазного переноса, *in situ* к двойной связи полидиена.

Получены модифицированные 1,2-полибутадиены с содержанием хлора до 32%, что соответствует степени функционализации полимера 62%. Варьируя время реакции можно получить ДХЦП 1,2-ПБ с различной степенью функционализации.

Изучена возможность введения в состав ДХЦП 1,2-ПБ активного наполнителя – технического углерода (ТУ) (до 20%) непосредственно в процессе синтеза. Обращает внимание, что степень функционализации 1,2-ПБ, полученного в присутствии ТУ, заметно (на 8-10 %) выше, чем при его отсутствии в реакционной среде. Повышение функционализации следует связывать с увеличением поверхности раздела фаз, обусловленного наличием мелкодисперсного наполнителя (размер частиц 2,6 –70 мкм) в реакционной массе.

Установлено, что с увеличением степени функционализации увеличивается температура каплепадения модифицированного 1,2-ПБ, причем полимер, содержащий ТУ, характеризуется более высокой температурой каплепадения.

Показано, что дихлорциклопропанированные 1,2-ПБ проявляют сравнительно высокую термическую стабильность и могут использоваться в составе композиций на основе поливинилхлорида в качестве модификаторов, снижающих вязкость расплава и улучшающих условия переработки полимера.

© Сагдеева А.С., Глазырин А.Б., 2016

ВЛИЯНИЕ НАПРАВЛЕННОГО АРМИРОВАНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ ОБРАЗЦОВ БАЗАЛЬТОВЫМ РОВИНГОМ НА ПРОЧНОСТЬ ПРИ ИЗГИБЕ.

Ступишин Л.Ю., Кузьменко А.П., Савельева Е.В., Масалов А.В., Тет Пью Наинг
ФГБОУ ВПО Юго-Западный государственный университет, г. Курск

Аннотация. Выполнено исследование прочностных свойств образцов, армированных ориентировано-расположенными базальтовыми волокнами в зависимости от количества базальтовой фибры в составе цементной матрицы. Установлено повышение прочностных свойств. Прочность образцов балочек при испытании их на изгиб возрастает при добавлении ориентированного базальтового армирования.

Ключевые слова: базальтовая фибра, армирование цементных образцов, базальтовый ровинг, прочность на изгиб.

В настоящее время в строительной отрасли наблюдается рост интереса к возможности применения неметаллического армирования. Благодаря стойкости к агрессивным воздействиям [1], огнестойкости, повышенной прочности, экологичности и небольшому удельному весу, особый интерес вызывает высокопрочная неметаллическая арматура на основе базальтового волокна [2].

Доступные проведенные исследования и результаты испытаний на прочность, щелочестойкость [3] и на сцепление с бетоном (взамен металлической), показывают высокую эффективность армирования на основе базальтового волокна. Приведенные данные позволяют судить об эффективности работы этой арматуры [4]. Однако, несущая способность бетонных конструкций с ориентированной базальтовой арматурой мало изучена.

Исследования, представляемые в данной статье, были направлены на установление прочности цементных образцов с ориентированным армированием базальтовым ровингом, испытываемых на растяжение при изгибе. Целью исследования было оценить характер поведения армирующих включений в цементной матрице при воздействии разрушающей нагрузки, определить рациональное количество армирующего материала.

Изготовление цементных образцов, подготовка форм проводились в соответствии с ГОСТ 310.4-81 «Цементы. Методы определения пределов прочности при изгибе и сжатии».

Для определения прочностных характеристик цемента были изготовлены две серии образцов балочек размерами 40×40×160 мм.

Изготавливали образцы нескольких видов:

Первый вид. При изготовлении балочных образцов устраивали направленное армирование из волокон базальтового ровинга (Рис. 1).

Волокно помещалось в растянутую при испытаниях зону балочки с соблюдением 5 мм защитного слоя. Всего было подготовлено 6 образцов с

условно «малым» (3 образца с количеством ровинга 0,17 г.) и «большим» (3 образца с количеством ровинга 0,37, 0,39 и 0,40 г.) количеством ровинга.

Второй вид. Контрольные образцы балочек изготавливались без добавления базальтового волокна.



Рис.1 Укладка базальтового волокна

Определение предела прочности при изгибе осуществлялось в соответствии с ГОСТ 310.4-81. Для испытания образцов балочек использовали универсальную испытательную машину МР- 0,5-1. Нагружение образцов осуществлялось равномерно в соответствии с методикой ГОСТ.

При проведении испытания образцов-балочек, армированных ориентированными базальтовыми волокнами, наблюдалось выдергивание базальтовых нитей, причем у образцов с «малым» количеством фибры все базальтовые волокна при выдергивании разрушались (Рис. 2)



Рис. 2 Разрушение базальтовых волокон при выдергивании. Образец с количеством фибры 0,17

В отличие от таких образцов, в образцах с количеством фибры 0,37-0,40 г. Фибра при разрушении цементного тела выдергивалась на большую длину, а среди волокон были видны как разорвавшиеся, так и цельные базальтовые нити (Рис. 3).



А



Б

Рис. 3 Разрушение базальтовых волокон при выдергивании. Образец с количеством фибры 0,39 г – а, конфокальное микроскопическое изображение ровинга(часть волокон остались неразрушенными) – б

Кроме того, в образцах, армированных ориентированными базальтовыми волокнами, при разрушении наблюдались уступы разной величины, которые формировались на границе расположения слоя базальтового ровинга. Наличие такого уступа свидетельствует о характере работы арматуры на сдвиг [1]. Наиболее четко уступ просматривается на рис. 4.

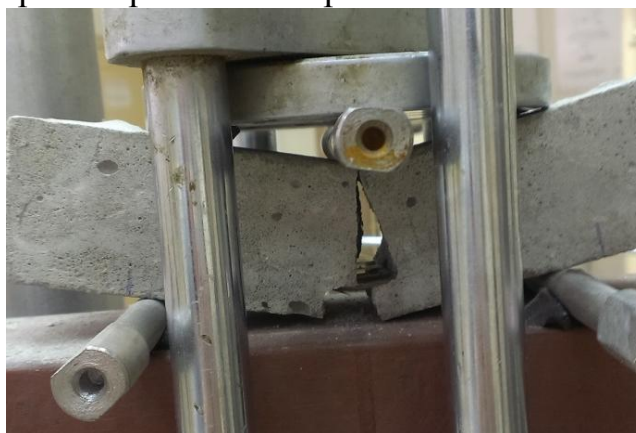


Рис. 4 Цементный уступ на границе зоны расположения базальтовых волокон.

Результаты испытаний цементных образцов, армированных базальтовой фиброй представлены в виде графиков на рис. 5, 6.

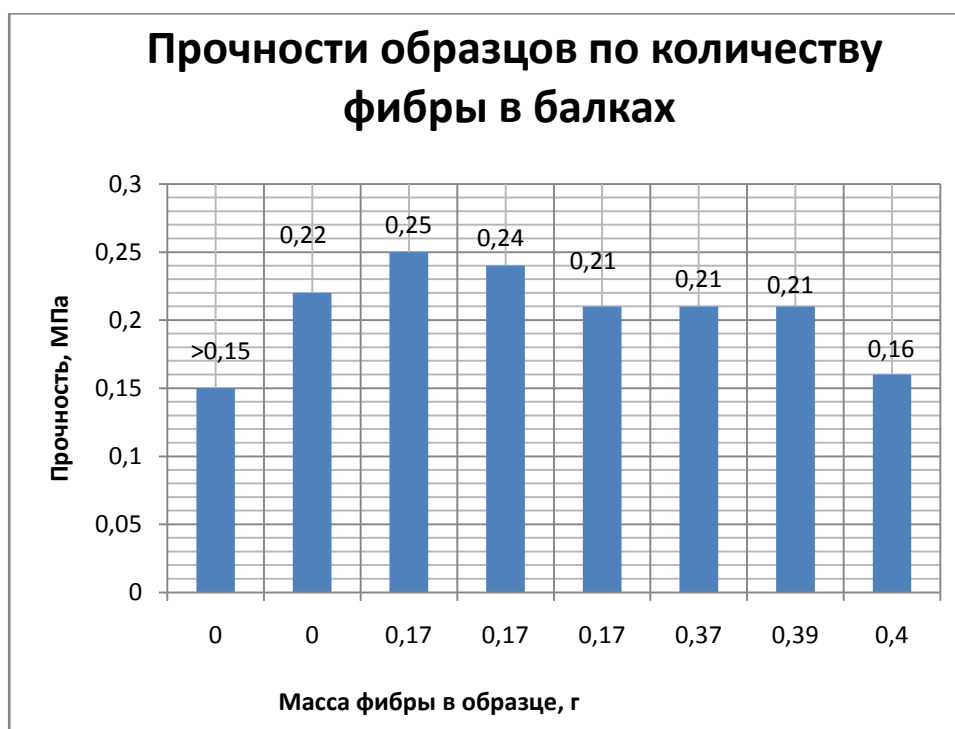


Рис.5 Прочности образцов по количеству фибры(граммы) в балках.

При добавлении ориентированно расположенных базальтовых волокон в образцы-балочки наблюдался скачок повышения прочности, а затем спад ее в зависимости от повышения количества армирующих волокон. Установлен факт выдергивания избытка волокон.

Получено увеличение (статистически недостоверное) прочности на 10,3% при изгибе образцов с ориентированным армированием.

Разрушение балок, армированных ориентированными волокнами в сжатой зоне, происходит по классической схеме. В растянутой зоне появление бетонного уступа при разрушении образца говорит о новом характере работы бетона. Наличие неразорвавшихся базальтовых волокон при разрушении образца и их выдергивание требует исследования прочностных свойств базальтовых волокон, а так же характера их поведения в цементной матрице.

Следует заметить, что проведенные исследования носили поисковый характер. В дальнейших исследованиях необходимо увеличить количество образцов для обеспечения статистической достоверности испытаний.

Список литературы:

1. Ступишин Л.Ю., Савельева Е.В., Масалов А.В. Исследование влияния дисперсного базальтового армирования на прочность цементных образцов при изгибе и сжатии.// Современные концепции научных исследований.- Москва.- 2015.- с 140-143.

2. Кустикова Ю.О. Напряженно-деформированное состояние базальтопластиковой арматуры в железобетонных конструкциях// Internationaljournalforcomputationalcivilandstructuralengineering, ACB (Москва) 2014, №1 (10) с. 101-107.

3. Ступишин Л.Ю., Емельянов С.Г., Масалов А.В., Болужицев Д.А. / Исследование щелочестойкости базальтового волокна в системе «Цементный камень - базальтовое волокно»// Молодые ученые - основа будущего машиностроения и строительства, Курск, 29-30 мая 2014, с. 59-63.

4. Василевская Н.Г., Енджиевская И.Г., Калугин И.Г. Цементные композиции, дисперсно-армированные базальтовой фиброй // Вестник ТГАСУ №3, 2011, с 153-158

© Ступишин Л.Ю., Кузьменко А.П., Савельева Е.В., Масалов А.В.,
Тет Пью Наинг, 2016

УДК 691.263/.166

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИОННОЙ АРМАТУРЫ НА ОСНОВЕ БАЗАЛЬТОВОЙ КОМПЛЕКСНОЙ НИТИ.

Ступишин Л.Ю., Савельева Е.В., Масалов А.В., Почерняев Д.А.
ФГБОУ ВПО Юго-Западный государственный университет, г. Курск

Аннотация: Исследования, приведенные в данной работе, были направлены на разработку армирующего элемента на основе базальтовой комплексной нити и изучение прочностных свойств получившегося армирующего элемента. Установлено увеличение предела прочности базальтового армирующего материала при обработке его эпоксидным связующим.

Ключевые слова: композиционный материал, армирование, прочность на растяжение, базальтовая комплексная нить, периодический профиль.

Армирование бетонных конструкций материалами на основе базальтового волокна на сегодняшний день является актуальным научным направлением в строительной сфере. Существующие исследования главным образом направлены на отработку технологии введения базальтового волокна в цементную матрицу, исследование влияния поперечных профилей базальтопластиковой арматуры на сцепление с цементной матрицей, рассматривается возможность применения различных клеящих составов. Ранее проведенные исследования показывают необходимость дополнительного изучения таких проблем как выдергивание базальтовых стержней, работу армированного бетона на срез [1], проблему оптимальной длины зоны анкеровки [2], выскальзывания и неполного включения в работу базальтовых волокон [3]. В работах по исследованию базальтовых волокон как армирующего материала в строительстве значительное внимание сосредоточено на таких материалах как базальтопластиковые стержни, фибра, армирующие геоткани. В приведенных источниках не рассматривается возможность непрерывного базальтового армирования ровингом. Мало

сведений об особенностях применения канатов и тяжей на основе базальтовых материалов в качестве армирующих элементов.

На основе комплекса экспериментально-теоретических исследований предполагалось выявить зависимость прочности армирующего материала на основе базальтовых волокон от его конструктивных особенностей.

В исследованиях рассматривалось поведение пучков базальтового ровинга при приложении растягивающей нагрузки.

Испытания образцов базальтового волокна проводились в соответствии с ГОСТ 25.601-80, который предполагает испытания полимер- композитных материалов с малым поперечным сечением с устройством накладок или без них. Пучки базальтового ровинга огибали округлые деревянные накладки, установленные в захваты испытательной машины. Для исключения возможности проскальзывания и разрыва в зоне границы клеевой обработки, соединение обрабатывалось универсальным контактным клеем на каучуково-смоляной основе.

Разрушение образца происходило с последовательным разрывом отдельных волокон в составе пучка. Основной разрыв сопровождался характерной акустической эмиссией. При передаче нагрузки усилия воспринимались прежде всего наружными волокнами в составе пучка, после их обрыва, происходил мгновенный разрыв оставшихся волокон под действием максимальной нагрузки. Установлено, что при меньших диаметрах образцов при восприятии разрывного усилия, волокна включены в работу пучка более равномерно.

Последовательный характер разрыва отдельных базальтовых волокон представляет возможную модель поведения армирующего базальтового слоя в составе цементной матрицы в ранее испытанных образцах- балочках. При разрыве волокон на периферии армирующего слоя, в бетоне могут возникать микротрещины, благодаря которым у волокон, еще не включившихся в работу под действием возрастающей нагрузки, появляется пространство для проскальзывания. Именно поэтому было принято решение об обработке пучка базальтовых нитей эпоксидным связующим с целью наиболее полного включения волокон в работу под нагрузкой.

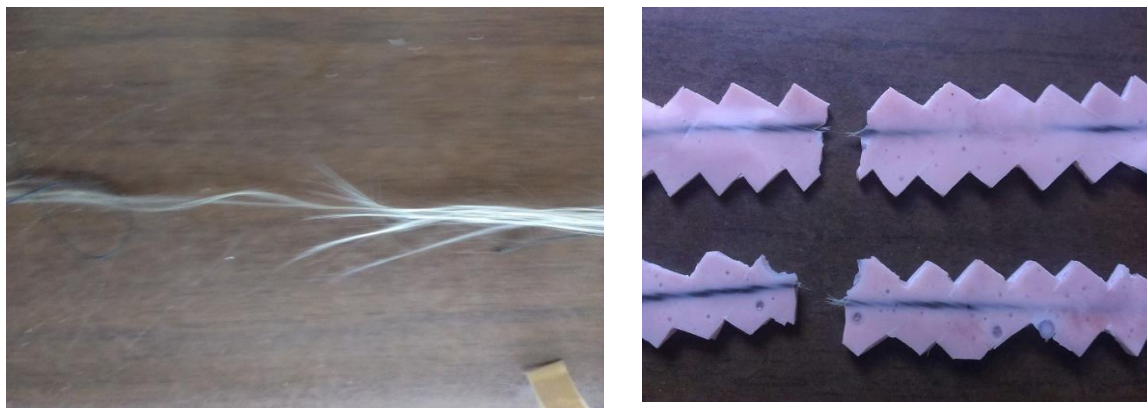
Изготовление армирующих стержней осуществлялось с использованием метода ручной укладки.

Базальтовая комплексная нить погружалась в незатвердевший слой эпоксидного связующего, пропитывалась эпоксидным связующим сверху. Формуемая конструкция механически обрабатывалась твердым валиком поверх полиэтиленовой пленки с целью лучшей пропитки комплексной нити и удаления воздушных включений.

Во время проведения испытаний, армирующий материал не вытягивался из захватов испытательной машины, не повреждался при обжатии захватами, что может свидетельствовать об эффективности примененного способа закрепления армирующих стержней в захватах прибора. При разрушении образца происходил единовременный разрыв базальтовой комплексной нити и эпоксидного слоя. Волокна базальтовой комплексной нити разрывались

единовременно полностью только на одном участке, принадлежащем рабочей зоне образца. Вытягивание отдельных базальтовых нитей не наблюдалось.

Внешний вид испытанных образцов пучков базальтового волокна и базальтовой комплексной нити, обработанной эпоксидным связующим, представлен на рис. 1.



а)

б)

Рис. 1 Внешний вид испытанных образцов а) Пучков базальтового ровинга; б) Базальтовой комплексной нити, обработанной эпоксидным связующим.

Единовременный характер разрыва образцов может свидетельствовать о равномерности работы волокон, составляющих базальтовую комплексную нить, о качественной пропитке базальтового армирующего материала эпоксидным связующим и о приемлемых параметрах вязкости выбранного эпоксидного связующего.

Результаты испытаний базальтовых армирующих материалов представлены в таблице 1.

Таблица 1 Результаты испытаний базальтовых армирующих материалов

Количество образцов		Площадь поперечного сечения		Среднее значение разрушающей нагрузки, кгс		Среднее значение предела прочности при растяжении σ_b , МПа	
Пучков базальтового ровинга	Базальтовой комплексной нити	Пучков базальтового ровинга	Базальтовой комплексной нити	Пучков базальтового ровинга	Базальтовой комплексной нити	Пучков базальтового ровинга	Базальтовой комплексной нити
		10^{-2} см^2	10^{-2} см^2				
8	5	≈ 1	1	3,15	33	3010	3300

По результатам проведенных экспериментальных исследований достигнуты следующие результаты:

- Устранен эффект проскальзывания базальтовых армирующих волокон при воздействии разрушающей нагрузки,

- Обеспечена совместная работа базальтовых волокон в армирующем пучке, обработанном эпоксидным связующим по сравнению с необработанными волокнами,
- Сформирована удобоукладываемая армирующая конструкция.
- Сформирована самоанкерующаяся поверхность арматурного стержня
- Результаты испытаний на прочность при растяжении показывают увеличение предела прочности у арматуры на основе базальтовой комплексной нити, обработанной эпоксидным связующим, по сравнению с пучком базальтовых волокон на 8,8%.

Полагаясь на достигнутые результаты, можно сделать выводы об эффективности и целесообразности применения эпоксидной клеевой обработки при создании армирующих элементов на основе базальтовых волокон.

Список литературы:

1. Кустикова Ю. О. Напряженно деформированное состояние сцепления базальтопластиковой арматуры с бетоном.// дис. кан. тех. Наук: 05.23.01. Москва, 2014. 187 с.
2. Хозин В.Г., Куклин А.Н. Особенности испытаний и характер разрушения полимеркомпозитной арматуры// Инженерно- строительный журнал.- Казань.- 2014.- №3.- с 40-50.
3. Ступишин Л.Ю., Савельева Е.В., Масалов А.В. Исследование влияния дисперсного базальтового армирования на прочность цементных образцов при изгибе и сжатии.// Современные концепции научных исследований.- Москва.- 2015.- с 140-143.

© Ступишин Л.Ю., Савельева Е.В., Масалов А.В., Почерняев Д.А., 2016

УДК 678.5.02

ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ 1,2-СПБ

Султанов А.И., Басыров А.А.

*Башкирский государственный университет, г. Уфа
e-mail: nikolaevaanneta@gmail.com*

В последние годы все большее внимание исследователей привлекают органические полимеры, обладающие металлической и полупроводниковой проводимостью. Сочетание хороших пленкообразующих свойств, простоты технологии изготовления пленок, возможность регулирования физико-химических, спектральных и электрофизических характеристик являются преимуществами данных материалов.

Электропроводящие полимеры и их композиты являются перспективными материалами для электроники и оптоэлектроники, используются для записи информации, также используются для разработки химических источников тока

Для получения электропроводящих полимерных композиций был использован термоэластопласт 1,2-СПБ. Выбор 1,2-СПБ в качестве матрицы обусловлен высокой эластичностью данного материала, а также его хорошими технологическими свойствами.

При введении в состав матрицы на основе 1,2-СПБ 15% ТУ Printex-XE-2В наблюдается падение индекса расплава от 5,8 г/10мин до 1,3 г/10мин ($T=170^{\circ}\text{C}$, $P=49\text{Н}$), что не позволяет осуществлять его переработку методом трехмерного прототипирования.

С увеличением содержания технического углерода в 1,2- СПБ-композиции индекс расплава полимера уменьшается, причем при содержании ТУ в композиции выше 15масс.% полимерные композиции на основе 1,2- СПБ практически теряют текучесть.

При введении в состав 1,2-СПБ-композиции ДОФ от 10 до 50 масс.% показатель текучести расплава увеличивается от 1,3 до 5,8 г/10мин. Данное изменение связано с тем, что ДОФ действует как пластификатор 1,2-СПБ, увеличивая подвижность макромолекул полимера и, следовательно, текучесть расплава 1,2-СПБ- композиции.

Таким образом, показано, что перерабатываемость полимерных материалов, содержащих в качестве наполнителя технический углерод, определяется природой полимерной матрицы. Показано, что введение в полимерную композицию ДОФ позволяет значительно увеличить показатель текучести расплава 1,2-СПБ полимера.

Установлено, что при содержании ТУ в композиции выше 15 масс.% полимерные композиции на основе 1,2-СПБ практически теряют текучесть, однако введение в состав композиции пластификатора ДОФ до 50масс.% показатель текучести расплава увеличивается до 5,8 г/10 мин.

© Султанов А.И., Басыров А.А., 2016

УДК 666

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ЧЕРНОТЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛА И ТЕПЛОВОСПРИНИМАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ПРОЦЕСС ТЕПЛООБМЕНА

Фахретдинов И.А., Шаяхметов А.К.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

В таких тепловых агрегатах как плавильные, нагревательные и термические печи, котлы и топки теплообмен в основном проходит за счет излучения. В лучистом теплообмене участвуют:

- источники тепла (объем с продуктами горения);
- нагреваемые объекты (поверхности труб с теплоносителями);
- ограждающие поверхности (перегородки, кладки).

Основными характеристиками поверхностей, участвующих в лучистом теплообмене являются поглощательная α и отражательная ρ способности,

причем для непрозрачных материалов $\alpha + \tau = 1$. Интенсифицировать лучистый теплообмен можно путем изменения поглотательной и отражательной способности поверхностей [1,2].

Одним из известных способов управления лучистым теплообменом в промышленных тепловых агрегатах является изменение радиационных характеристик участвующих в этом процессе поверхностей за счет нанесения на них покрытий, которые представлены различными огнеупорными материалами. При этом резко изменяются степени черноты поверхностей, участвующих в лучистом теплообмене.

В данном сообщении рассматривается вопрос повышения лучистого теплообмена путем изменения степени черноты поверхностей источников тепла и тепловоспринимающих поверхностей. Количество теплоты, которое передается излучением от поверхности излучателя, определяется выражением

$$Q = \varepsilon \sigma_0 T^4 S, \quad (1)$$

где Q - тепловая мощность, ε - степень черноты поверхности излучателя, σ_0 - постоянная Стефана-Больцмана, T - температура поверхности излучения, S - площадь поверхности излучения. Из (1) следует, что тепловую мощность источника можно увеличить путем увеличения степени черноты ε и площади нагревателя S . При постоянной температуре тепловая мощность излучателей одинаковой площади поверхности тем больше ε . Одну и ту же мощность излучателя можно добиться при больших значениях ε за счет уменьшения площади поверхности излучателя, что позволяет уменьшить расход материала на изготовление излучателя или же путем уменьшения температуры нагревателя, что приводит к увеличению срока службы нагревателей или использованию дешевых менее жаростойких материалов.

В лучистом теплообмене кроме излучателей принимают активное участие тепловоспринимающие объекты. Для нагреваемых объектов более важное значение имеет величина потока результирующего излучения $Q_{рез}$, которая определяется следующим соотношением

$$Q_{рез} = Q_{пад} - Q_{эфф}, \quad (2)$$

где $Q_{пад}$ - плотность потока падающего на нагреваемое тело излучения, $Q_{эфф}$ - эффективный поток излучения поверхности нагреваемого тела, равный сумме собственного и отраженного тепловых потоков. Если тепловоспринимающая поверхность представляет собой металлическую трубку с теплоносителем, то плотность результирующего потока будет равна

$$q_{рез}^M = q_{пад}^M - q_{соб}^M = (q_{плг}^M + q_K^M) \varepsilon_M - \varepsilon_M \sigma_0 T_M^4 = \varepsilon_M (q_{плг}^M + q_K^M - \sigma_0 T_M^4) \quad (3)$$

где ε_M - степень черноты поверхности нагреваемого металла, $q_{плг}^M$ - плотность теплового потока от продуктов горения к металлу, q_K^M - плотность теплового потока от кладки к металлу.

Таким образом, величина результирующего теплового потока прямо пропорционально степени черноты нагреваемой поверхности, которую можно

изменить путем нанесения на эту поверхность покрытия с необходимым значением степени черноты.

Список литературы:

1. Абрамович Б.Г., Гольдштейн В.Л. Интенсификация теплообмена излучением с помощью покрытий. –М. Энергия, 1997, -250с.
2. Alexander I.C. High reflectivity furnace coatings. //Metals and materials. January, 1988, p. 25-27

© Фахретдинов И.А., Шаяхметов А.К., 2016

УДК 666.3

ТЕХНОЛОГИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗОЛИРОВАННЫХ КОЛЕЦ

Фахретдинов И.А., Баймухаметов В.И., Дубинин Я.В., Хисматуллин М.Г.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Корундовая (высокоглиноземистая) керамика относится к одному из видов технической керамики и представляет собой термостойкий, высокоогнеупорный, механически прочный и химически стойкий в среде кислот и щелочей электроизоляционный и теплоизоляционный материал с содержанием оксида алюминия не менее 94%. Она находит широкое применение в подготовки втулок.

Втулки из керамических материалов используются для изоляции электрических компонентов, которые работают при высоких температурах. Благодаря высокому электрическому сопротивлению, электрической прочности и значительной теплопроводности корундовая керамика используется для производства изоляторов, свечей зажигания, проходных изоляторов, наконечников и других изделий. Они также применяются при производстве различных элементов для электротехники. [1,2].

Существует традиционный метод производства изоляционных корундовых колец. Согласно этому методу изготовление керамических деталей проводится в несколько этапов:

1. Синтезирование порошка (создание ансамбля кристаллитов заданного гранулометрического состава);
2. Измельчение и смесеприготовление;
3. Прессование на установке холодного прессования (подвод механической энергии, придание формы, формирование пространственного ансамбля кристаллитов для спекания);
4. Проверка изделия на соответствие по размерам и массе;
5. Запекание изделия в печи при температуре 1400⁰С (подвод тепловой энергии, «фиксация» формы, образование перешейков между кристаллитами, рост кристаллитов, уменьшение пористости);
6. Оценка неисправности и годности получившихся изделий;
7. Изучение свойств путем проведения испытаний;

8. Испытание в производственных условиях.

Недостатками технологии производства изолированных корундовых колец по выше указанной методике являются:

- а) низкая плотность, связанная с образованием микропор при спекании;
- б) высокий коэффициент термического расширения, который имеет тенденцию роста с увеличением содержания Al_2O_3 . [1-3].

С целью исключения этих недостатков, мы предлагаем синтезировать порошок из связующих песок, глина, шамот и фосфорная кислота. При такой технологии втулки с необходимыми свойствами можно получить не при $1400^\circ C$ как это было при прежних технологиях, а при температуре $700^\circ C$.

Следует отметить, что прочностные характеристики керамических изоляционных колец в решающей мере определяются свойствами исходного порошка (чистота, дисперсность, активность) и технологией получения материала, и изменяются в широких пределах. Так, предел прочности при изгибе корундовой керамики, полученной из технического глинозема путем прессования и спекания, не превышает 450 МПа. В то же время прочность горячепрессованной керамики из ультрадисперсных порошков Al_2O_3 достигает 650 МПа. Необходимый технический результат производства корундовой керамики достигается за счет выбора фазового состояния, микроструктуры и свойств керамических соединений (деформации, ползучести, механики излома, скоростью роста трещин) [4].

Список литературы:

1. Кадыров С.М. и др. Разработка технологии изготовления керамических деталей для отраслей машиностроения, исследование и доводка дизеля Т-62-1 с керамическими деталями. Госбюджетная тема № 34.6.1. Промежуточный отчет, Ташкент, ТАДИ, 1995.- 28 с.
2. The ceramic adiabatic engine is dead-ceramics in engine construction are very much alive // "Interceram", № 4. 1988.-33 с.
3. Арипджонов М.М. Научные основы совершенствования транспортного дизеля с уменьшенным теплоотводом. Дисс. докт. техн. наук. Т. 2007.-40 с.
4. Кац СМ. Высокотемпературные материалы. М:Металлургия, 1981. -232 с.

© Фахретдинов И.А., Баймухаметов В.И., Дубинин Я.В.,
Хисматуллин М.Г., 2016

СЕКЦИЯ II.
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

УДК 539.42:539.375

SYNTHESIS OF BaTiO₃ WITH THE USING OF MECHANICALLY
ACTIVATED BaO₂ and TiO₂

Akhmetshin B.S., Sadikov A. I, Massalimov I.A,
Bashkir State University,
450076, Ufa, ul. Validi Zaki, 32,
e-mail: akhbulat@mail.ru

Use of up-to-date grinding devices with high intensity of mechanic treatment allows obtaining activated substances of high reactivity and solubility in various media. Considerable advantages from using mechanically activated substances are brought forth by the fact that at destroying crystal lattices of substances not only active surfaces are formed but the whole crystal lattice of the grinded particle becomes active. This leads to the rise in their reactivity [1-4]. The crystal lattice of the particles under force impact gains additional energy (excessive enthalpy), which significantly lowers activation energy barriers of solid-phase chemical reactions, as well as facilitates chemical reactions in heterogeneous medium. All this allows for activated substances to enter various reactions, impossible to be carried out under ordinary conditions. .

Fine-grinding devices efficacy is primarily determined by their ability to reach smaller particle sizes. Intensive mechanical processing results not only in fine grinding of substances but also in numerous structural disorders, whose changes in relation to the substances with various molecular bonds were studied profoundly [1,2]. Excess free enthalpy is a quantitative characteristic of thermodynamics for such defect systems, called active solid substances. It reflects excessive energy ΔG , possessed by mechanically activated substances, as compared to the energy of the substances before mechanic treatment [2-4]:

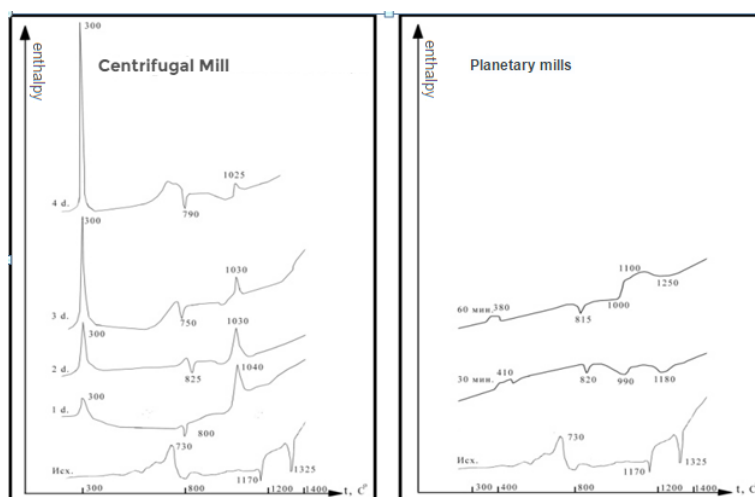
$$\Delta G = G_T^* - G_T, \quad (1)$$

where, G_T^* – free enthalpy of active solid substance, G_T – free enthalpy of the same substance in the initial condition at T temperature. ΔG is an amount of energy released by the system during its transition into a stable state. Specific surface area and excess free enthalpy high values determine activity of mechanically processed materials.

Thus, energy, accumulated by crystal lattice of mechanically treated substance plays the major role at carrying out chemical reactions and is a key parameter in mechanochemistry processes. Though being significant, the process of accumulating mechanical impact energy by the grinded particles has not been extensively studied, and systematic investigations in this field have not been conducted. The importance of investigations to this effect is extremely large both for the construction of grinding equipment, and working out effective ways of mechanical activation of substances,

used in organic and inorganic synthesis, refining processes of mineral raw materials, materials science, solutions to environment problems, and others. The development of modern technology, such as impact action devices made rather actual an issue of researching the properties of materials exposed to intense external influences in machining. The value of theoretical and experimental studies of the phenomenon of mechanical activation is extremely high for the development of effective technology of mechanically activated substances used in organic and inorganic synthesis, mineral processing, materials science, and others. The grinding efficiency and changing of material properties as a result of machining, determined by the nature of the chemical bond and the dynamic characteristics of the grinding device.

To compare the effects of different grinders on mechanical activation process of the analyzed blend of BaO_2 and TiO_2 has been machined in a centrifugal mill (CM) Alpine Z-160 and the planetary mill (PM) MAC 1-2-0.1. It was found that the machining of BaTiO_3 in devices with different character of impact leads to different results, in the CM appear



distinct exothermic peaks (300, 730 and 1030 C), indicating that the excitation of internal crystal freedom degrees are missing for the samples treated in the PM.

Thus, it is revealed that, despite the different nature of the mechanical activation, handling process in both mills leads to an improvement in process of solid phase synthesis BaTiO_3 .

Literature:

1. Avvakumov EG Mechanical methods of chemical activation processes. Novosibirsk: Nauka, Sib. Branche, 1986. 303 p.
2. Massalimov I.A., Shayahmetov A.U., Mustafin A.G. Effect of mechanical activation on the thermal decomposition of peroxides, alkaline earth metal. Butlerov Communications. 2010. T. 19. №1. C 1 - 6.
3. Massalimov I.A., Shayahmetov A.U., A.G. Mustafin Impact shocks in the disintegrator activation CaO_2 , SrO_2 and BaO_2 Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2010. v. 15. № 1. p. 16 - 21.
4. Massalimov I.A. Shayahmetov A.U., Mustafin A.G. Features of the thermal decomposition of mechanically activated calcium peroxide. Journal of Applied Chemistry. 2010. v. 83. №10. p. 1655 - 1659.

МЕТОД ИЗГОТОВКИ ЛЕГКОВЕСНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ХИМИЧЕСКИХ СВЯЗУЮЩИХ

Ахметшина Г.Г., Шайбеков Р.Р., Юмабаев Ю.С., Габдуллин А.У.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Шамотный легковес – вид огнеупорных изделий, используемых в промышленном и бытовом строительстве. Шамотные легковесные огнеупоры изготавливают в основном способом вспенивания массы и способом выгорающих добавок, первый из них наиболее распространен. Он позволяет получать изделия с меньшей средней плотностью, чем при способе выгорающих добавок. Именно пенным способом производят наиболее пористые шамотные материалы — ультралегковесные, однако получаемая пеномасса характеризуется весьма низкой структурной прочностью и требует мягкого и продолжительного режима сушки, удлиняя весь производственный цикл. Большое водосодержание пеномасс создает значительные усадочные деформации, искажающие геометрические размеры изделий. Для придания им точных размеров необходимы обрезка и шлифовка, отходы от которых достигают 60 %. Весь процесс занимает много времени, трудоемок и связан с большим расходом электроэнергии и топлива. Традиционные шамотные легковесные изделия с кажущейся плотностью от 1,3 до 0,4 г/см³ нашли широкое применение в печестроении и других областях высокотемпературной техники.

Предложена химическая технология изготовления шамотных легковесных изделий марок ШЛ-1,3; ШЛ-1,0 и ШЛ-0,9 на основе молотого шамота, каолина и огнеупорной глины не уступающие по техническим характеристикам выпускаемые промышленностью легковесных изделий. В лабораторных условиях разработаны составы композиций и на их основе изготовлены цилиндрические изделия (рис.1 и 2) разной плотности (от 1067,6 до 1300 кг/м³).

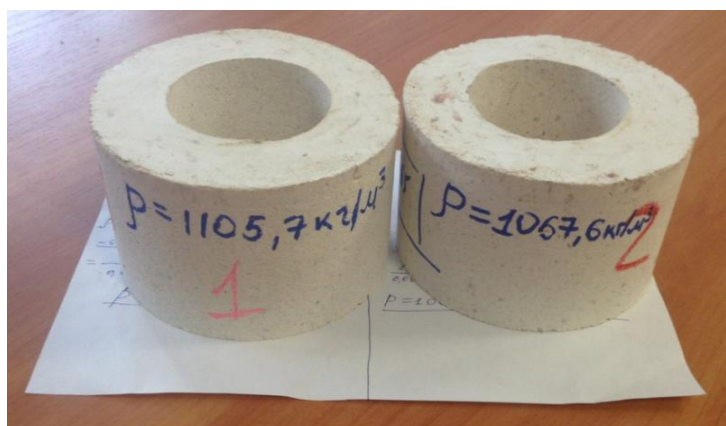


Рис 1. Шамотный легковес (цилиндр) с плотностью 1105,7 и 1067,6 кг/м³

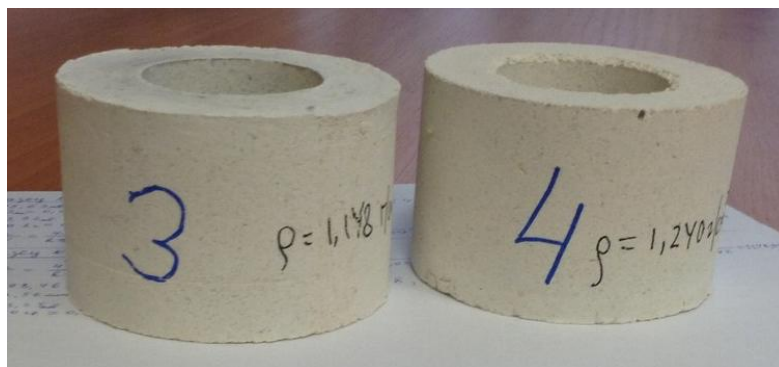


Рис 2. Шамотный легковес (цилиндр) с плотностью 1148,9 и 1240,8 кг/м³

Исследованы физико-химические процессы формирования структуры при нагреве методами РФ, ИК-спектрального анализа и электронной микроскопией. Определены физико-технические свойства разработанных шамотных легковесных композиций на химических связках. Изучены деформационные, высокотемпературные прочностные характеристики, определены зависимости плотности пористости и прочности от технологических параметров (содержания исходных компонентов, модифицирующих добавок, вида связки и т.д.). Установлено, что прочность пористого теплоизоляционного материала зависят от температуры нагрева и после 700°C имеет значение не менее 10 МПа.

Изготовленная в полупромышленных условиях партия изделий предложена к внедрению. Показана также возможность изготовления различных типоразмеров и особо сложных изделий теплоизоляционного назначения. В настоящее время ведутся работы по снижению удельного веса изделий (до 400 кг/м³) с сохранением требуемой механической прочности.

Список литературы:

1. Кашеев И.Д. (ред.), Ладыгичев М.Г., Гусовский В.Л. Огнеупоры: материалы, изделия, свойства и применение. Каталог-справочник. Книга 2. М.: Теплоэнергетик, 2003. 320 с.
2. Гурова М.И., Деревянченко Л.Д. Огнеупорные изделия, материалы и сырьё. Справочник. Изд. 3-е. М.: Металлургия, 1977. 216 с.

© Ахметшина Г.Г., Шайбеков Р.Р., Юмабаев Ю.С., Габдуллин А.У., 2016

О ВОЗМОЖНОСТИ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ГЕТЕРОФАЗНЫХ СТРУКТУР ПУТЕМ СВЧ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Багдасарян Л.С.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Нагрев СВЧ излучением является перспективным методом обработки материалов, имеющим многочисленные приложения в различных областях техники [1 - 6].

Однако публикаций, связанных с изучением результатов использования СВЧ излучения для создания новых или изменения существующих структур в керамике, полученной из природных алюмосиликатов, мало.

В данной работе исследовались различные методы модифицирования гетерофазных структур путем СВЧ воздействия:

1) воздействие СВЧ излучения на дисперсные системы, состоящие из частиц природной монтмориллонит содержащей глины;

2) воздействие СВЧ излучения на керамические и композитные керамические образцы, изготовленные из этой глины.

В качестве материала для исследования была выбрана типичная природная монтмориллонит содержащая глина Оренбургского месторождения.

Для изучения СВЧ воздействия на частицы глинистых минералов использовали три партии порошков: полидисперсную А и две монодисперсных В и С. Все три партии обработали СВЧ излучением мощностью 700 Вт с частотой 2,45 ГГц. Время СВЧ воздействия на фракцию А составляло 5, 10 и 20 минут, а на монодисперсные системы В и С - 10 и 20 минут.

Было установлено, что в указанных режимах наблюдаются три эффекта:

агломерация частиц, повышение температуры частиц и потеря массы порошка. Повышение температуры до 200 °С и потеря массы (около 3%) являются следствием удаления воды за счет дипольной поляризации частиц глинистых минералов СВЧ излучением.

Агломерационный процесс был оценен методами гранулометрии и фрактальной параметризации. Установлена зависимость фрактальной размерности от времени СВЧ воздействия. Увеличение фрактальной размерности связано, по нашему мнению, с процессом агломерации частиц порошка под воздействием СВЧ излучения. За счет образования фрактальной структуры системы происходит локальное увеличение напряженности электромагнитного поля. Неоднородность СВЧ поля приводит к появлению пондеромоторных сил, пропорциональных градиенту квадрата амплитуды поля. Под действием этих сил происходит их определенное пространственное распределение, самоорганизация.

Для исследования воздействия СВЧ излучения на керамические и композитные керамические изделия использовали 4 партии образцов. Получены результаты экспериментов при СВЧ воздействии на компактные керамические образцы. Установлено, что существует принципиальная

возможность сушки данной керамики СВЧ излучением, которые значительно менее энергозатратно. Найдена оптимальная концентрация токопроводящего композита для обеспечения температуры спекания и возможности контролирования процесса спекания. Сделано предположение о принципиальной возможности сушки керамических изделий и непрерывного процесса сушка-синтез керамических изделий в СВЧ поле.

Список литературы:

1. Rybakov K. I., Semenov V. E. Possibility of plastic deformation of an ionic crystal due to the nonthermal influence of a high-frequency electric field // Phys. Rev. B. 1994. V. 49, No. 1. P. 64-68.
2. Rybakov K. I., Semenov V. E. Mass transport and dc electromotive force induced in ionic crystals by high-frequency electric field // Solid State Ionics IV (Materials Research Society Symposium Proceedings, V. 369). Edited by G.-A. Nazri, J.-M. Tarascon, M. Schreiber. Pittsburgh: Materials Research Society, 1995. P. 263-268.
3. Rybakov K. I., Semenov V. E. Mass transport in ionic crystals induced by the ponderomotive action of high-frequency electric field // Phys. Rev. B. 1995. V. 52, No. 5. P. 3030-3033.
4. Rybakov K. I., Semenov V. E. Densification of powder materials in a nonuniform temperature field // Phil. Mag. A. 1996. V. 73, No. 2. P. 295-307.
5. Rybakov K. I., Semenov V. E. Possibility of microwave-controlled surface modification // Microwave Processing of Materials V (Materials Research Society Symposium Proceedings, V. 430). Edited by M.F. Iskander, J.O. Kiggans, J.-C. Bolomey. Pittsburgh: Materials Research Society, 1996. P. 435-440.
6. Rybakov K. I., Semenov V. E. Nonthermal action of microwaves upon transport processes in ionics (effects, mechanisms, and verification) // Proc. Intl. Symp. on Microwave, Plasma and Thermochemical Processing of Advanced Materials. Edited by S. Miyake, M. Samandi. Osaka: JWRI, 1997. P. 20-25.

© Багдасарян Л.С., 2016

УДК 546.7

СОВМЕСТНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ Мо УГЛЕРОДОМ ИЗ ОКСИДНОЙ СИСТЕМЫ

Бадирова Н.Б.

Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов

Отработанные катализаторы, применяемые в нефтехимической промышленности для проведения крекинга, риформинга, полимеризации, алкилирования, гидрогенизации, содержат оксиды Мо, Ni, Co, Fe, V, P, нанесенные на пористые носители, например оксид алюминия и его силикаты [1].

По нашему мнению, одним из перспективных методов переработки отработанных катализаторов может стать метод совместного восстановления цветных металлов и железа катализаторов без подшихтовки углерода, используя в качестве восстановителя содержащиеся в катализаторе коксообразные продукты.

Исследования проводили с помощью программного комплекса «Астра», основанного на принципе максимума энтропии [2, 3, 4] и позволяющего определить степень распределения элементов между исходными компонентами и продуктами процесса, а также состав конденсированной и газовой фаз. Химический состав исследуемых катализаторов приведен в таблице.

Таблица. Химические составы катализаторов

№ состава	Содержание компонентов, %									
	MoO ₃	NiO	CoO	V ₂ O ₅	FeO	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	C	PbO	Cu ₂ O
I	17,19	4,60	2,58	3,48	0,89	2,92	64,79	3,37	0,16	0,02
II	16,45	4,40	2,47	3,33	0,86	2,79	62,01	7,52	0,15	0,02
III	15,93	4,27	2,39	3,23	0,83	2,71	60,07	10,41	0,14	0,02

Температурный интервал исследований составил 1100-3000 К, давления 0,01-0,1 МПа.

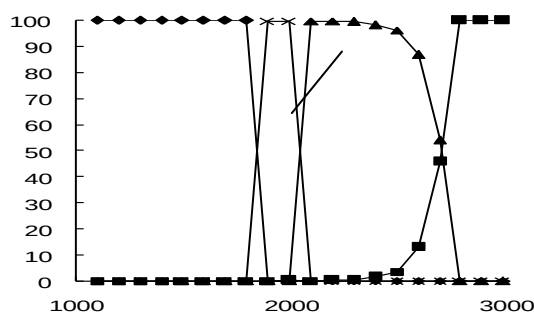
При недостатке углерода максимальное образование элементного Мо (50,16%) наблюдается при температуре 2400К. При T>2400К Мо переходит в газообразные оксиды (MoO₂, MoO₃, MoO, Mo₂O₆). При стехиометрическом количестве углерода 100% переход Мо в элементное состояние наблюдается при T=2100 К. Температура следующим образом влияет на последовательность восстановления Мо:

$$\text{MoO}_3 \xrightarrow{T=1100\text{K}} \text{Mo}_3\text{C}_2 \xrightarrow{T=1200-1500\text{K}} \text{Mo}_2\text{C} \xrightarrow{2100 < T < 1500\text{K}} \text{Mo}_2\text{C}, \text{Mo} \xrightarrow{T \geq 2100\text{K}} \text{Mo}.$$

Избыток углерода приводит к смещению максимума образования элементного Мо до 2500К. Характер температурной последовательности восстановления Мо при этом имеет вид:

$$\text{MoO}_3 \xrightarrow{T=1100-2200\text{K}} \text{Mo}_3\text{C}_2 \xrightarrow{2300 < T < 2200\text{K}} \text{Mo}_3\text{C}_2, \text{Mo}_2\text{C} \xrightarrow{2400 < T < 2300\text{K}} \text{Mo}_2\text{C} \xrightarrow{2500 < T < 2400\text{K}} \text{Mo}_2\text{C}, \text{Mo} \xrightarrow{T \geq 2500\text{K}} \text{Mo}.$$

При избытке восстановителя (рис.1) при T=2600К и P=0,1МПа можно получить сплав, в который переходит 100% молибдена.



143% необходимого углерода

Рис. 1 Влияние температуры и количества углерода на степень распределения (α) молибдена в системе катализатор-С при $P=0,1$ МПа

Формирующийся металлсодержащий сплав будет иметь следующий состав (например при $T=1900$ К) Мо – 57,72%.

Список литературы:

1. Радченко Е.Д., Нефедов Б.К., Алиев Р.Р. Промышленные катализаторы гидрогенизационных процессов нефтепереработки. М.: Химия, 1987. 224 с.
2. Синярев Б.Г., Ватолин Н.А. и др. Применение ЭВМ для термодинамических расчетов металлургических процессов. М.: Наука, 1982. 263 с.
3. Janaf Thermochemical tables: 2-nd edition. NSRDS-NBS 37. Waschingon: US Gov. Prim. Office. 1971-1141 p.
4. Гурвич Л.В., Вейц И.В., Медведев В.А. и др. Термодинамические свойства индивидуальных веществ. Справочное издание в 4-х томах. М.: Наука, 1982.

© Бадирова Н.Б., 2016

УДК 678.5.02

ПОКАЗАТЕЛЬ ТЕКУЧЕСТИ РАСПЛАВА АБС-ПЛАСТИКА НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА

Басыров А.А., Гадеев А.С.

*Бакирский государственный университет, г. Уфа
e-mail: Azatgadeev@gmail.com*

В ряду ударопрочных пластических масс конструкционного назначения важное место занимают акрилонитрилбутадиенстирольные пластики (АБС-пластики). Введение наполнителей в состав полимеров изменяет весь комплекс их технологических и физико-механических свойств. Для оценки влияния наполнителя на реологические свойства АБС-пластиков использовали метод капиллярной вискозиметрии, и в качестве оценки принимали показания текучести расплава (ПТР). Наиболее оптимальными для применения в 3D-печати является ПТР от 0,5 г/10мин, что и является в данном случае целевым значением текучести. Установлено, что введение технического углерода (ТУ) марок «П-803» и «П-805Э» в состав АБС-сополимеров уменьшает текучесть расплавов

Текучесть полимерных смесей на основе ТУ марок «П-803» и «П-805Э» сохраняется при введении наполнителя до 50 масс %. Заметного различия в текучести АБС-сополимеров, наполненных ТУ марок «П-803» и «П-805Э», не обнаружено. Зато при наполнении АБС ТУ «Printex-XE-2B» наблюдается

существенное падение текучести системы. Так, при степени наполнения АБС 20 масс.% полимерная композиция АБС с «Printex-ХЕ-2В» практически не проявляет текучести. Данное обстоятельство, возможно, связано с тем, что при распределении в полимерной матрице ТУ «Printex-ХЕ-2В» формирует сетчатую структуру, которая и уменьшает текучесть полимерной матрицы.

Изучено влияние наполнителей на термическую устойчивость АБС-сополимеров в изотермическом режиме на приборе ИИРТ. Показано, что значения ПТР исходного и наполненного сополимера снижаются на 10-20 % при увеличении времени термической выдержки материала в пластификационной камере прибора при 230°C от 10 до 20 мин. При этом введение ТУ до 20 масс. % практически не влияет на изменение данного показателя. Так как, в процессе термообработки происходит сшивка макромолекул каучуковой фазы АБС-сополимеров, приводящая к снижению текучести системы в целом. Процесс сшивки может протекать при взаимодействии полимерных радикалов друг с другом или по двойным связям полибутадиеновых фрагментов.

Изучено влияние кратности переработки на текучесть наполненного АБС. Установлено, что переработка исходных и наполненных материалов сопровождается увеличением их текучести, обусловленной, по-видимому, деструкцией макромолекул АБС под действием сдвиговых напряжений. Так, после трехкратной переработки АБС наполненного 10 масс.% ТУ марок П-803 показатель текучести полимерной смеси увеличился на 13%.

Таким образом показано, что введение ТУ марки П-803, П-805Э и Printex ХЕ-2В в состав АБС пластика приводит к уменьшению текучести и падению реологических свойств полимерных композиций. Установлено, что с увеличением кратности переработки наполненных АБС-пластиков показатель текучести расплава увеличивается, что, возможно, связано с деструкцией АБС и снижению молекулярной массы полимера.

© Басыров А.А., Гадеев А.С. 2016 г.

УДК 532.978:542.943

ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ЗАТРУДНЕННЫХ ФЕНОЛОВ НА ИНИЦИИРОВАННОЕ ОКИСЛЕНИЕ 1,4-ДИОКСАНА

Гайнуллина А.Э., Гарифуллина Г.Г.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Соединения фенольного типа получили широкое распространение как ингибиторы радикальных реакций, вызывающих окисление синтетических и природных полимеров, топлив, масел, пищевых продуктов и других органических веществ. Производные фенола являются эффективными ингибиторами по отношению к пероксильным радикалам, ведущими цепи окисления в кинетическом режиме окисления, например, ионол.[1]

Нами исследовано влияние 4-х замещенных фенолов (заместители в 2,4,6 положениях) на окисление 1,4-диоксана. Окисление 1,4-диоксана проводили при температуре 75 °С в присутствии классического инициатора окисления - азодиизобутиронитрила (АИБН). За кинетикой реакции следили по поглощению кислорода на дифференциальной манометрической установке. В отсутствие ингибирующих добавок кинетическая кривая поглощения кислорода 1,4 - диоксаном имеет линейный вид, порядок реакции по кислороду нулевой, что подтверждает наличие кинетического режима окисления модельного субстрата. По результатам данных опытов доказано, что параметр окисляемости субстрата совпадает с литературными данными.

Введение в реакционную смесь исследуемых веществ приводит к снижению начальной скорости окисления модельного субстрата вследствие обрыва цепи на молекулах по реакции (7) $[RO_2^\bullet + InH \rightarrow In^\bullet + ROOH]$ очевидным доказательством этого является изменение вида кинетических кривых поглощения кислорода в присутствии добавок образцов обсуждаемых веществ.

Была определена зависимость между величиной поглощения кислорода и концентрацией замещённого фенола. Кривые поглощения кислорода спрямляются в координатах формулы $\frac{v_{O_2}^0}{v_{O_2}} - \frac{v_{O_2}}{v_{O_2}^0} = f([InH])$, что позволило вычислить эффективную константу ингибирования.

Список литературы:

1. Денисов Е.Т., Мицкевич Н.И., Агабеков В.Е. Механизм жидкофазного окисления кислородсодержащих соединений. Минск: Наука и техника, 1975. 335 с.

© Гайнуллина А.Э., Гарифуллина Г.Г., 2016

УДК 541.64

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА НОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ СИНДИОТАКТИЧЕСКОГО 1,2-ПОЛИБУТАДИЕНА

Глазырин А.Б., Абдуллин М.И.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Синдиотактический 1,2-полибутадиен (1,2-СПБ) благодаря наличию в макромолекулах реакционноспособных С=С-связей является перспективным полимерным объектом для осуществления химической модификации. Введением функциональных групп различной химической природы в макромолекулы на основе 1,2-СПБ синтезированы новые полимерные продукты с различной степенью функционализации:

- электрофильным присоединением галогенов по двойным связям полимера получены Cl- и Br-производные с содержанием галогена до 56 и 70 мас. %, соответственно;

- дихлорциклопропанированием полидиена в условиях межфазного катализа синтезированы полимерные модификаты содержащие до 97 мол. % *гем*-дихлорциклопропановых групп;

- каталитическим циклопропанированием 1,2-СПБ диазометаном и метилдиазоацетатом получены полимеры, содержащие в макроцепи незамещенные или метоксикарбонилзамещенные циклопропановые группы со степенью функционализации до 70 и 40%, соответственно;

- алкилированием полибутадиеном ароматических аминов в присутствии комплексного катализатора синтезированы ариламинопериодатные 1,2-СПБ со степенью функционализации до 8% мол.;

- озонированием 1,2-СПБ с последующим восстановлением продуктов озонлиза получены гидрокси- и формилпроизводные со степенью модификации до 15%;

- термическим присоединением малеинового ангидрида по двойным связям полидиена синтезированы модификаты с ангидридными группами в макроцепи;

- эпоксициклированием 1,2-СПБ действием различных реагентов (перекись трет-бутила, алифатические и ароматические надкислоты, NaClO и др.) получены производные с содержанием эпокси-групп до 35 мол. %;

- синтезированы полимерные продукты, содержащие в макроцепи жидкокристаллические фрагменты.

Выявлены закономерности влияния степени функционализации 1,2-СПБ на молекулярные характеристики, физико-химические (температуры стеклования и текучести, характеристическая вязкость, показатель текучести расплава и др.) и физико-механические (прочность, модуль упругости, адгезия) свойства модифицированных полимеров. Проведена сравнительная оценка термической устойчивости модифицированных полимерных продуктов.

Показана возможность практического применения ряда синтезированных полимеров в качестве связующих в составе композиционных материалов, модификаторов реологических свойств полимерных композиций термопластов, в качестве адгезионных добавок в клеевых и битумных композициях.

© Глазырин А.Б., Абдуллин М.И., 2016

УДК 547.31: 547.841

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОРИСТОСТИ МАТЕРИАЛА НА СКОРОСТЬ РАСХОДОВАНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА И ОБРАЗОВАНИЯ 4,4-ДИМЕТИЛ-1,3-ДИОКСАНА ПО РЕАКЦИИ ПРИНСА

Горских В.А., Фассалова И.И., Хамитова Г.Г., Овчинников Г.А.,
Тухватшин В.С., Талипов Р.Ф.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Известным способом получения 4,4-диметил-1,3-диоксана (ДМД), ключевого полупродукта промышленного синтеза изопрена, является

конденсация водного формальдегида с изобутиленом в присутствии ортофосфорной кислоты [1].

Вместе с тем, описанный метод синтеза изопрена имеет существенный недостаток: наряду с целевым ДМД наблюдается образование побочных продуктов – гидрированных пиранов (~ 30% мас.).

В связи с этим нами исследовано влияние пористости материала на скорость расходования формальдегида и образования ДМД при их конденсации по реакции Принса.

С этой целью нами установлена зависимость между значениями констант скоростей расходования формальдегида и накопления ДМД и размерами пор материала, применяемого для проведения реакции Принса (Таблица).

Таблица. Зависимость констант скоростей расходования формальдегида и накопления ДМД от диаметра пор материала (5% мас., 75 °С)

	d, Å	Константа скорости реакции накопления ДМД, $k \times 10^{-4} \text{ c}^{-1}$	Константа скорости реакции расходования CH_2O , $k \times 10^{-4} \text{ c}^{-1}$
H_3PO_4	0	$1,50 \pm 0,08$	$0,46 \pm 0,03$
SKt 1	3	$5,80 \pm 0,34$	$0,91 \pm 0,05$
SKt 2	4	$8,20 \pm 0,39$	$1,30 \pm 0,07$
SKt 3	5	$9,21 \pm 0,42$	$1,50 \pm 0,08$
SKt 4	8	$7,50 \pm 0,52$	$0,93 \pm 0,05$
SKt 5	9	$1,83 \pm 0,08$	$0,83 \pm 0,04$

Согласно представленным данным, пористость материала в целом способна оказывать каталитический эффект на рассматриваемую реакцию, причем изменение размеров пор пористого материала, в свою очередь, резко изменяет скорость расходования формальдегида и накопления ДМД. Наибольшая скорость расходования формальдегида и образования ДМД наблюдается при использовании пористого материала SKt 3.

Список литературы:

1. Огородников С.К., Идлис Г.С. Производство изопрена. Л.: Химия, 1973. 296 с.

© Горских В.А., Фассалова И.И., Хамитова Г.Г., Овчинников Г.А., Тухватшин В.С., Талипов Р.Ф., 2016

ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ ИОНОВ МЕДИ И КОБАЛЬТА (II) ФАРМАКОФОРСОДЕРЖАЩИМ ПЕКТИНОМ

Дегтярева Т.Ю., Мударисова Р.Х., Куковинец О.С.:

Бакирский государственный университет, г. Уфа

В последнее время актуальной задачей является создание новых высокоэффективных сорбентов на основе природных полисахаридов, в том числе содержащих в качестве надмолекулярной компоненты биологически активные соединения. В данной работе в роли полисахаридного сорбента использовали яблочный пектин (П), который модифицировали *пара*-аминобензойной кислотой (*n*АБК), обладающей широким спектром фармакологической активности и исследовали сорбционные свойства по отношению к ионам меди и кобальта (II). В качестве источника катионов меди (II) использовали сульфат меди, а ионов кобальта (II) – хлорид кобальта.

Целью работы являлось исследование закономерностей сорбции ионов кобальта и меди (II) из водных растворов фармакофорсодержащим пектином (ФП).

Для оценки кинетики связывания максимальную степень извлечения биополимера, зарегистрированную в ходе экспериментов, принимали за 100%, а количество связанных ионов металла в течение определенного времени инкубации выражали в процентной доле от этой величины.

Таблица 1.

Сорбционные характеристики биосорбентов

Биосорбент	Время достижения равновесия, мин	Степень извлечения ионов Co^{2+} (α), %	Степень извлечения ионов Cu^{2+} (α), %
П	60/60	79	92
П- <i>n</i> АБК	60/45	95	95

Модификация пектина *пара*-аминобензойной кислотой приводит к увеличению степени извлечения ионов кобальта на 16%, тогда как, в случае сорбции ионов меди комплексом П-*n*АБК (пектин - *пара*-аминобензойная кислота) время установления равновесия происходит быстрее с сохранением высокой сорбционной способности. (табл.1). Из полученных данных видно, что, сорбционные характеристики исследуемых образцов зависят от природы металла, что может быть обусловлено различным сродством меди и кобальта по отношению к сорбенту, и связано с прочностью и размером гидратной оболочки металла.

Наиболее часто для описания изотерм сорбции катионов металлов полисахаридными сорбентами используют модели Фрейндлиха и Ленгмюра.

Установлено, что функциональная зависимость сорбции от концентрации катионов меди и кобальта в большей степени подчиняется уравнению Ленгмюра, описывающего процесс на энергетически однородной поверхности.

Таблица 2.

Параметры обработки уравнения Ленгмюра в линейных координатах

Сорбент	Катион металла	$1/(A_{\infty}b), 10^{-3}$	$1/A_{\infty}$	R	$A_{\infty}, \text{моль/кг}$	B
П- <i>n</i> АБК	Co^{2+}	40.4 ± 0.2	5.26 ± 0.1	1	0.19	0.13
П- <i>n</i> АБК	Cu^{2+}	595.3 ± 0.2	2.36 ± 0.1	0.92	0.42	0.004

В работе предпринята попытка оценить устойчивость комплексов, образующихся между ионами металлов и функциональными группами яблочного пектина. По величине параметра b (в уравнении Ленгмюра), характеризующего энергию сорбционного процесса, можно судить об устойчивости комплексов, образующихся вследствие координационного связывания ионов металлов, имеющих вакантные орбитали, с электронодонорными атомами функциональных групп [1]. Из полученных значений b следует, что для фармакофорсодержащих пектинов устойчивость комплексов уменьшается в той же последовательности, что и сродство ионов металлов к поверхности сорбентов: $\text{Cu(II)} > \text{Co(II)}$.

Таблица 3.

Термодинамические параметры сорбции

Соединение	$\Delta H^{\circ}_{298}, \text{кДж/моль}$	$\Delta S^{\circ}_{298}, \text{Дж/моль} \cdot \text{К}$	$\Delta G^{\circ}_{298}, \text{Дж/моль}$
П- Co	-7.5 ± 0.2	-50.5 ± 0.2	-7.9 ± 0.01
П-Cu	-14.4 ± 0.2	-43.6 ± 0.2	-0.8 ± 0.01
П- <i>n</i> АБК-Cu	7.17 ± 0.2	41.15 ± 0.2	-5.34 ± 0.01
П- <i>n</i> АБК-Co	2.74 ± 0.2	9.6 ± 0.2	-0.18 ± 0.01

Модифицирование пектина *n*АБК приводит к эндотермическому характеру сорбции ионов меди и кобальта. Положительные значения энтальпии свидетельствуют об эндотермическом характере процесса, а положительные значения энтропии указывают на структурные изменения, происходящие в результате взаимодействия ионов меди и кобальта с ФП.

Таким образом, были определены физико-химические параметры сорбции ионов меди и кобальта (II) модифицированным пектином.

Список литературы:

1. Ю.Г. Фролов Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. Учебник для вузов. М.: Химия. 1988. –464 с.

© Дегтярева Т.Ю., Мударисова Р.Х., Куковинец О.С., 2016

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ
В РАСПЛАВЛЕННЫХ СОЛЯХКазаковцева Н.А., Никитина Е.В., Карфидов Э.А., Майков М.А.,
Габбасов И.Ю., Аскарова Л.Х., Кийко В.С.*Институт высокотемпературной электрохимии УРО РАН, г. Екатеринбург*

Электрохимический метод получения керамических пленок имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами. Он позволяет контролировать толщину и морфологию осадков путем регулирования электрохимических параметров. На сложных формах можно получить сравнительно однородные осадки, скорость осаждения и адгезионные свойства при этом будут выше, чем при использовании других методов. При взаимодействии металлических материалов с расплавами карбонатов щелочных металлов на поверхности металла образуется оксидный слой, однако для ускорения процесса формирования пленки необходима внешняя анодная поляризация.

Эксперимент выполнен на пластинах фольги алюминия, тантала и ниобия в высокотемпературной электрохимической ячейке при 773 и 873 К в расплаве карбонатов лития, натрия, калия (40:30:30 мол.%). Солевые добавки активаторов вводили через 4 часа от начала поляризации.

При локальной анионной активации тантала и ниобия через образующуюся оксидную пленку перенос свободных ионов металлов образца не происходит. Результатом такого процесса является формирование практически нерастворимых керамических пленок сложного оксидного состава. Рост пленки на алюминии осуществляется так же, как у тантала и ниобия, но одновременно с этим происходит ее частичное растворение, которое идет преимущественно за счет прямого выхода ионов алюминия в расплав, только незначительная доля ионов переходит в расплав за счет растворения оксида алюминия. Структура, строение и свойства керамических пленок на изученных металлах зависят от следующих условий их формирования – температуры, потенциала поляризации и состава электролита.

Установлено, что в эвтектическом расплаве карбонатов лития, натрия, калия могут быть получены кислородсодержащие слои двух различных типов: либо пористые слои значительной толщины, либо плотные тонкие пленки. Рассчитанная толщина пленки соответствует экспериментально определяемому значению и составляет – $3 \div 5 \cdot 10^{-8}$. Скорость роста количества питтингов на поверхности вентильных металлов обратно пропорциональна времени, а скорость их залечивания прямо пропорциональна их количеству. Максимальное количество питтингов отмечается в интервале 10-15 минут после начала эксперимента, по мере выдержки их число медленно уменьшается.

© Казаковцева Н.А., Никитина Е.В., Карфидов Э.А., Майков М.А.,
Габбасов И.Ю., Аскарова Л.Х., Кийко В.С., 2016

СОСТАВ, СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК МЕДЬСОДЕРЖАЩЕГО ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА

Коноваленко¹ С. П., Бедная² Т. А.

¹ *Таганрогский институт им. А.П. Чехова (филиал) ФГБОУ ВО «РГЭУ (РИНХ)», г. Таганрог;*

² *Политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО «ДГТУ», г. Таганрог*

Разработка новых тонкопленочных материалов для различных сенсоров является одной из актуальных задач современной науки. Повышенные требования к характеристикам сенсорных устройств вызывают также необходимость поиска и разработки новых технологических процессов, позволяющих получать материалы с заданными характеристиками. Например, в области молекулярной электроники ведутся интенсивные исследования, направленные на расширение круга полупроводниковых материалов с новыми свойствами, разновидностью которых являются органические (молекулярные) полупроводники.

Термически обработанный полиакрилонитрил (ПАН) – полимер с сопряженными связями, обладающий полупроводниковыми свойствами, при этом электрическую проводимость материала можно изменять от диэлектрической до металлической при переходе его химической структуры от линейной до полиароматической [1].

Для получения пленок ПАН и медьсодержащего ПАН использовалась методика, описанная в [2].

Толщину пленок медьсодержащего ПАН измеряли с помощью интерференционного микроскопа МИИ-4, которая составила от 0,01 мкм до 0,6 мкм. Увеличение толщины пленок с повышением содержания меди объясняется расширением полимерной структуры образцов за счет внедрения в нее соединений меди. Экспериментально установлено, что толщина плёнки зависит от массового содержания легирующей добавки и интенсивности ИК-излучения. Толщина образцов плёнок «чистого» ПАН составила $0,01 \div 0,03$ мкм. Введение хлорида меди в концентрации $0,2 \div 1$ масс. % повышает толщину до 0,14 мкм. Плёнки, полученные из плёнокообразующих растворов с концентрацией Cu от 3 до 10 масс. %, имеют толщину от 0,11 до 0,6 мкм (Рис. 1).

Зависимость толщины плёнки от массовой доли Cu и температуры отжига

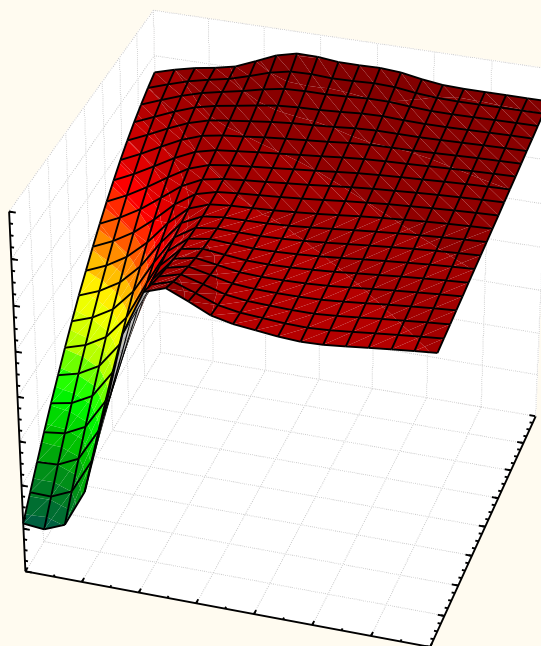


Рисунок 1. Зависимость толщины пленок медьсодержащего полиакрилонитрила от содержания меди и температуры отжига.

Измерение сопротивления полученных плёнок медьсодержащего ПАН проводили на тераоометре Е6-13А. Значение сопротивления пленок ПАН в зависимости от структуры полимера изменяется от $2,7 \cdot 10^{11}$ Ом·см до $6,1 \cdot 10^3$ Ом·см [3] за счет изменения содержания меди и различных температурно-временных параметров ИК-отжига (Рис.2). Доказано, что степень проводимости пленок ПАН изменяется в широких пределах путем изменения структуры полимерной матрицы [4].

График зависимости сопротивления от содержания меди и температуры отжига

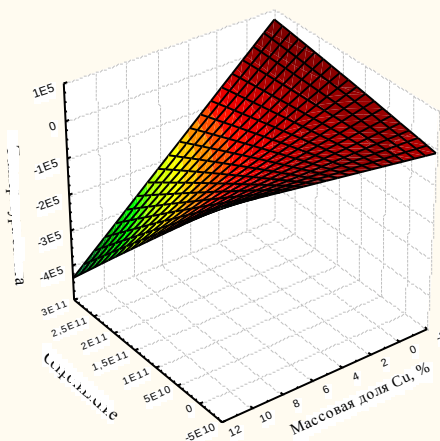


Рис. 2. Зависимость сопротивления пленок медьсодержащего полиакрилонитрила от содержания меди и температуры отжига

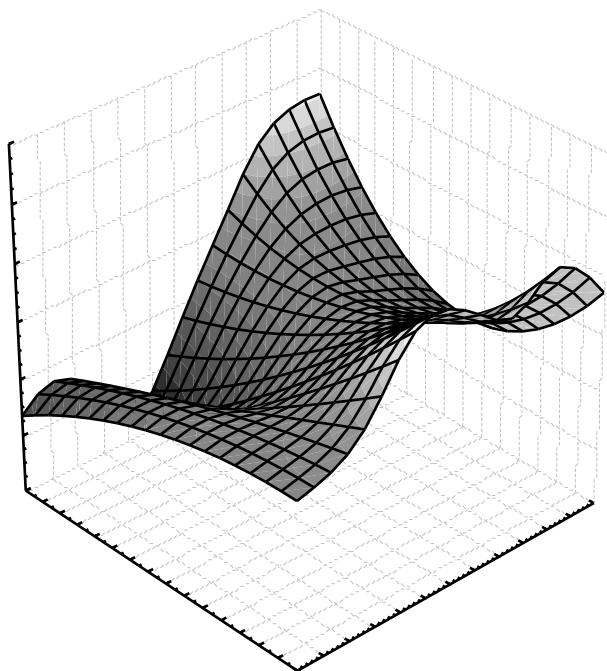
Для определения газочувствительных характеристик образцов пленок использовалась измерительная камера, измерения проводили при плотно закрытой крышке, оснащенной штуцерами для ввода и вывода газа. После подачи газа осуществляли продувку камеры воздухом насосом. Отклик чувствительного элемента оценивали с помощью коэффициента газочувствительности S , который рассчитывали как:

$$S = \frac{R_o - R_g}{R_o},$$

где R_o – значение сопротивления плёнки на воздухе, R_g – значение сопротивления пленки в атмосфере детектируемого газа ($R_o > R_g$).

Газочувствительность полученных образцов пленок исследовали по отношению к газу-окислителю диоксиду азота, при воздействии которого на образец наблюдается уменьшение сопротивления пленки ПАН. Исследования газочувствительности полученных образцов показали, что отклик сенсорного элемента наблюдается сразу после поступления газа в измерительную камеру.

Экспериментально установлена зависимость значения коэффициента газочувствительности пленок ПАН и медьсодержащих ПАН от температуры ИК-отжига в процессе формирования материала чувствительного слоя [2]. Коэффициент газочувствительности увеличивается при повышении содержания меди в образцах, отожженных при 500 °С, и уменьшается для образцов, отожженных при 600 °С и 700 °С (Рис. 3).



3/н

Рисунок 3. Зависимость коэффициента газочувствительности пленок от температуры ИК-отжига и массовой доли меди.

Таким образом, варьируя вышеуказанными параметрами, получаем плёнки медьсодержащего полиакрилонитрила с различным коэффициентом газочувствительности.

Список литературы:

1. Nataraj S.K., Yang K.S., Aminabhavi T.M. Polyacrylonitrile-based Nanofibers – A State-of-the-art Review. *Prog Polym Sci.* 2012, **37**, 487–513.
2. Аль-Хадрами И.С., Королев А.Н., Семенистая Т.В. Назарова Т.Н., Петров В.В. Исследование газочувствительных свойств медьсодержащего полиакрилонитрила. *Известия вузов. Электроника*, 2008, № 1, с. 20 – 25.
3. Аль-Хадрами И.С., Королев А.Н., Земцов Л.М., Карпачева Г.П., Семенистая Т.В. Исследование электропроводности ИК-пиролизованного медьсодержащего полиакрилонитрила. // *Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники.* – 2008. – №1. – С. 14 – 17.
4. Земцов Л.М., Карпачева Г.П. Химические превращения полиакрилонитрила под действием некогерентного инфракрасного излучения. // *Высокомолекул. соедин.* 1994. Т. 36. № 6. С. 919 – 924

© Коноваленко С.П., Бедная Т.А., 2016

ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИРОЛИЗНЫХ ПЕКОВ

Мухамедзянов А.Т., Мухамедзянова А.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Для прогнозирования поведения нефтяных волокнообразующих пеков на стадии формования и карбонизации волокон необходимы данные по их термической стабильности и структурно-механическим свойствам. Формование волокна возможно только из расплава пека, причем температура прядения должна быть ниже температуры деструкции пека. Низкая термостойкость пеков при температурах формования становится причиной протекания деструктивной поликонденсации, сопровождающихся выделением газообразных продуктов, изменением группового состава и физико-механических свойств пека и приводит к нежелательным явлениям процесса формования – ухудшению качества пековых волокон, сокращению продолжительности работы плавителя и т.д. С другой стороны, на стадии карбонизации пековое волокно должно интенсивно подвергаться деструктивной поликонденсации с сохранением своей формы [1]. В связи с этим были проведены эксперименты по изучению термической стабильности и реологических свойств пеков, полученных термообработкой очищенной от карбоидов тяжелой смолы пиролиза (таблица 1, рисунки 1-3.).

Таблица 1 – Физико-химические свойства пиролизных пеков

Наименование показателя	П1	П2	П3
Относительное содержание углерода, % масс	94,65	94,70	94,86
Содержание серы, % масс.	0,48	0,49	0,50
Молекулярная масса	493	535	535
Плотность при 20°C, г/см ³	1,215	1,225	1,225
Углеводородный состав, % масс.			
- ароматические углеводороды	11,8	5,8	3,2
- смолы	5,9	3,6	4,4
- асфальтены	50,2	54,0	44,8
- карбены и карбоиды	33,1	36,6	47,6
Температура размягчения, °C	162	176	188
Зольность, % масс.	0,03	0,04	0,03
Элементный состав, % масс.			
С	93,97	94,00	94,42
Н	5,26	5,12	5,14

Для изучения характера термохимических превращений нефтяных пеков в процессе их термообработки применяли классический метод термического анализа [2]. Термический анализ нефтяных пеков проводили на дериватографе

системы Ф. Паулик и Л. Эрдей. Специфика поведения органических веществ при нагревании (способность к окислению, интенсивное газовыделение, склонность к вспучиванию) потребовала внесения существенных изменений в принятые условия проведения термического анализа.

С целью предотвращения окисления исследуемых объектов в процессе их термообработки был использован специальный кварцевый сосуд, в который помещали исследуемый пек и эталонное вещество. В реакционное пространство перед анализом и во время его проведения продували гелий со скоростью 15 л/час. Для предотвращения вытекания образца вследствие его вспучивания в процессе нагрева использовали плоскодонные низкие тигли без крышки, в них исследуемый материал растекался тонким слоем. В этих условиях навеска образца составляла примерно 200 мг. Опыты проводили при скорости подъема температуры образца 5 °/мин от комнатной до 720 °С, чувствительности гальванометра $2 \cdot 10^{-9}$ А/мм, в качестве эталонного вещества был взят прокаленный оксид алюминия. По полученным дериватограммам были определены скорости потери массы, температурные интервалы их максимальных значений, потери массы при конкретных значения температуры опыта. По кривым ДТА оценивали характер тепловых эффектов, сопровождающих процесс термообработки.

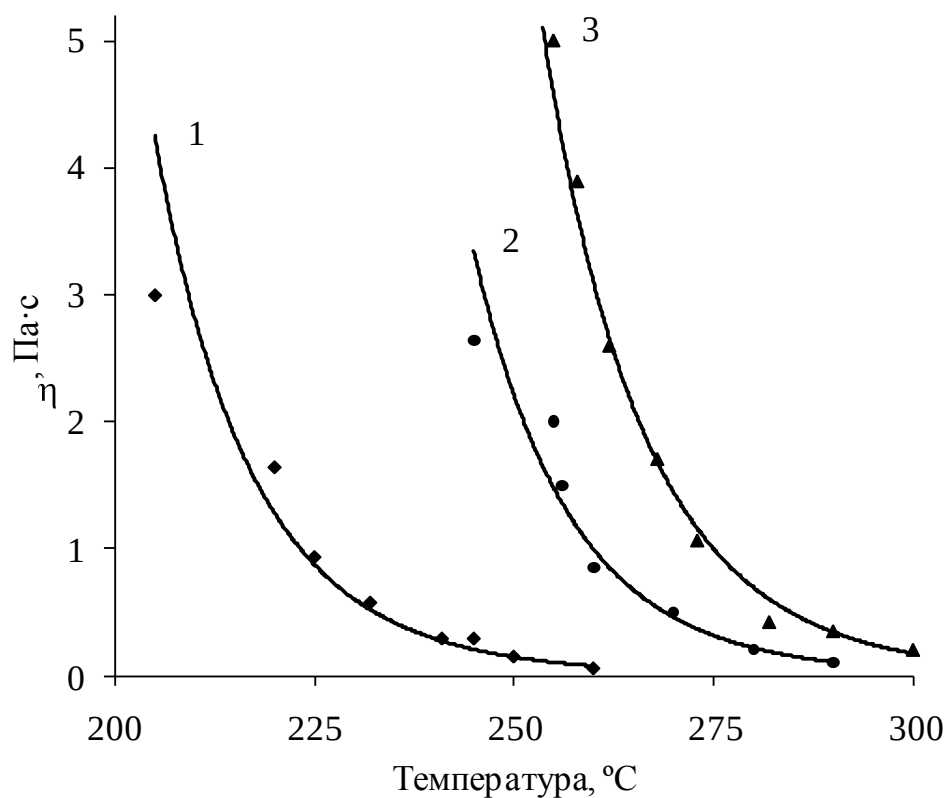
Изучение структурно-механических свойств пиролизных пеков проводили на ротационном вискозиметре «Реотест-2». Предельное напряжение сдвига определяли при скорости сдвига 3,33 мкм/с и скорости подъема температур 0,08 °/с, время изотермической выдержки составляло 30 мин.

Установлено, что переход пеков из пластичного в вязкотекучее состояние происходит в интервале температур 200-300 °С (рисунок 1, таблица 2). Переход обусловлен структурными изменениями в остатках под действием высоких температур и уменьшением энергии межмолекулярного взаимодействия. С увеличением температуры размягчения, молекулярной массы пеков, доли конденсированных ароматических структур энергия активации вязкого течения возрастает за счет усиления межмолекулярного взаимодействия и переход пека в расплав затрудняется. В связи с этим для плавления пека П-3 с температурой размягчения 188 °С требуется более высокая температура по сравнению с пеками П-1 ($T_p=162$ °С) и П-2 ($T_p=176$ °С).

Таблица 2 - Показатели вязкого течения пиролизных пеков

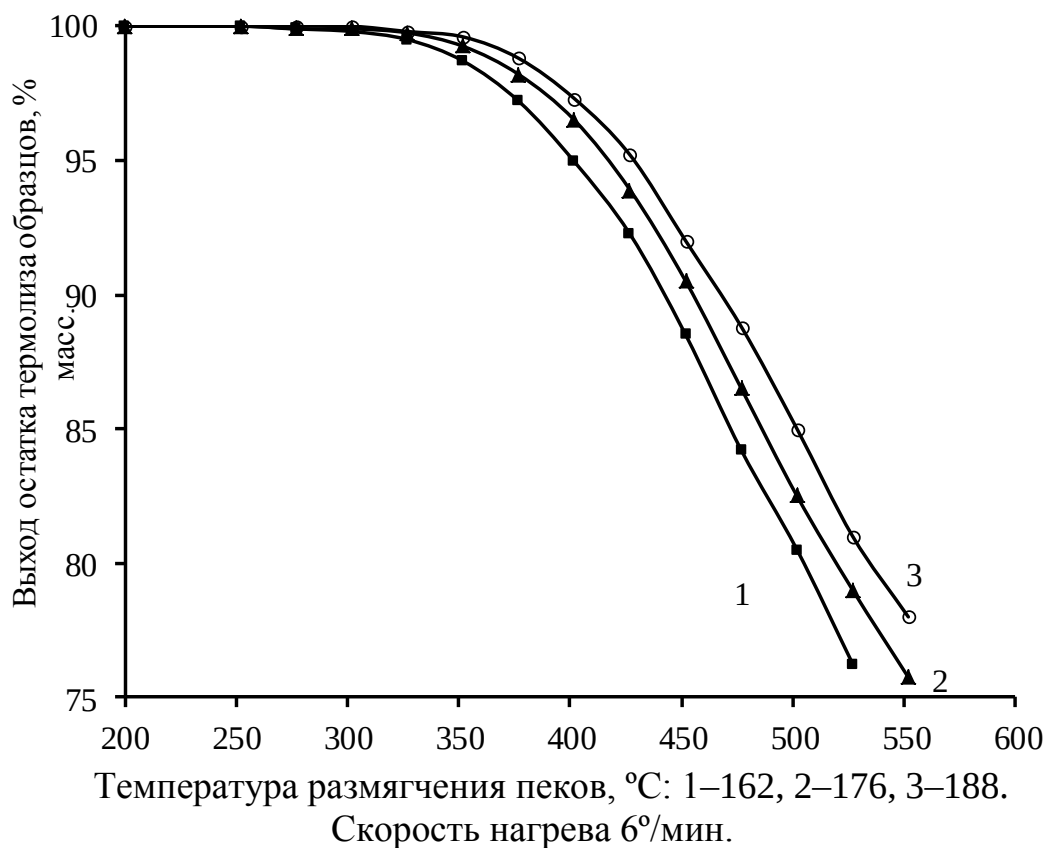
Показатели вязкого течения	П-1	П-2	П-3
Кажущаяся энергия активации вязкого течения, ккал/моль	7,0	8,1	9,5
* $A \cdot 10^5$, ккал/моль	4	20	200
Температура перехода в вязко-текучее состояние, °С	234,2	270,3	281,7

*А – предэкспоненциальный множитель в уравнении Аррениуса



Пеки: 1 – П-1, 2 – П-2; 3 – П-3

Рисунок 1 – Зависимость вязкости пиролизных пеков от температуры



Температура размягчения пеков, °C: 1–162, 2–176, 3–188.

Скорость нагрева 6°/мин.

Рисунок 2 - Термическая стабильность нефтяных пиролизных пеков

Переход пеков в вязко-текучее состояние происходит без заметной химической деструкции компонентов, о чем свидетельствует горизонтальный участок на кривой ДТГ (рисунок 3).

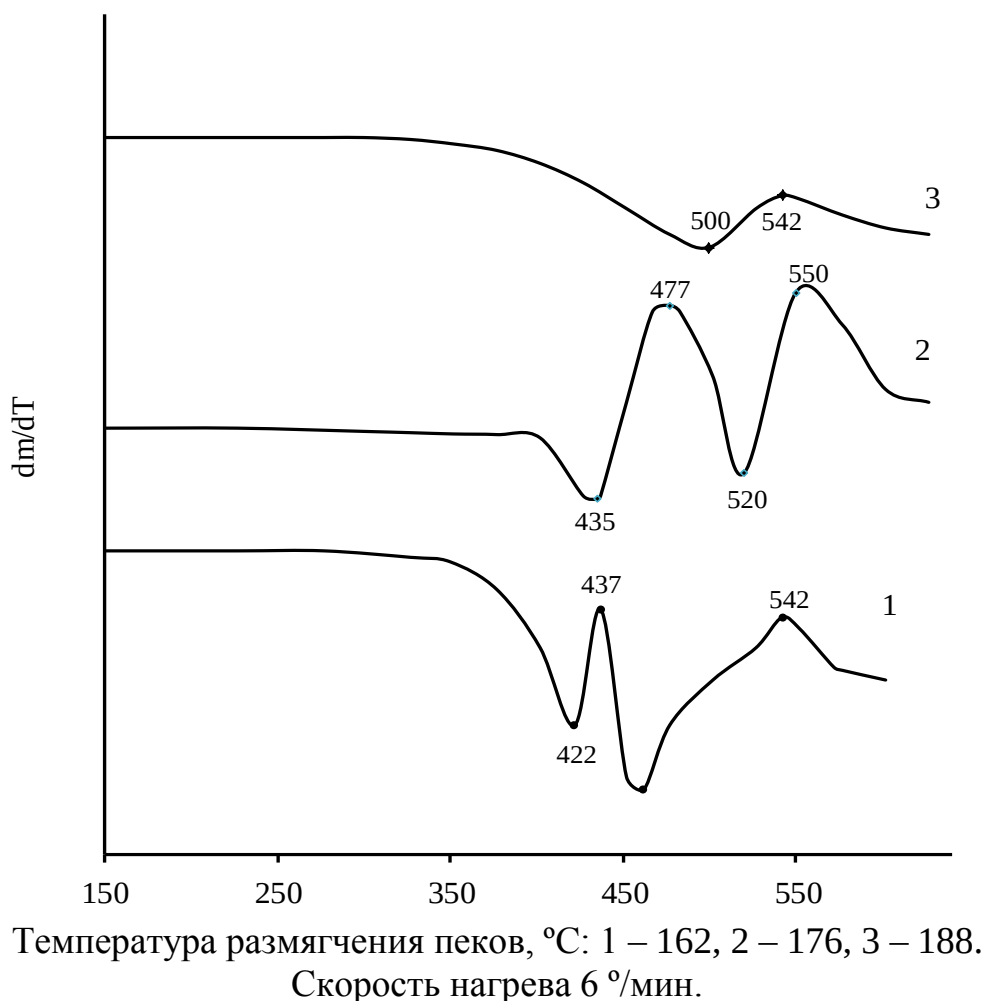


Рисунок 3 - Кривые ДТГ пиролизных пеков

Температуры расплава пиролизных пеков ниже температуры их деструкции и при плавлении пеков газовыделения не наблюдается, следовательно, исследуемые пеки пригодны для формования волокон.

Список литературы:

1. Варшавский В. Я. Углеродные волокна. М.: Изд. Варшавский В. Я., 2005. 496 с.
2. Уэндланд У. Термические методы анализа, М.: Мир, 1998, 526 с.

© Мухамедзянов А.Т., Мухамедзянова А.А., 2016

ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ФРАКТАЛЬНУЮ РАЗМЕРНОСТЬ

Мордасов М.Д., Проценко И.Г., Мордасов Д.М.

Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов

Научный подход к проблеме создания материалов с заранее заданными свойствами диктует необходимость разработки математических моделей гетерогенных систем, адекватно описывающих взаимосвязь их геометрических параметров со структурой, свойствами и эксплуатационными характеристиками готовых композитов. При этом актуальной является разработка подходов, позволяющих комплексно и на единой основе анализировать различные свойства композитов [1].

Большинство реальных дисперсных систем представляют собой неупорядоченные структуры, теоретическое описание которых может быть осуществлено с использованием теории фракталов [2, 4].

Фрактальный анализ неупорядоченных структур позволяет получить их усредненные показатели, характеризующие степень заполнения пористого пространства, удельное содержание в них отдельных фаз и оценку площади взаимного контакта поверхностей их структурных составляющих [3, 5]. При проведении фрактального анализа гетерогенной системы определяют ее фрактальную размерность и выявляют закономерности ее изменения под влиянием вариации структурных характеристик и физических свойств как отдельных компонентов, так и их совокупности.

Методы определения фрактальной размерности основаны на гипотезе самоподобия рассматриваемой системы, т.е. подобии её структуры инвариантно изменению масштаба.

Для определения фрактальной размерности сыпучих материалов различной дисперсности нами были проведены исследования в соответствии с методикой, основанной на экспериментальном установлении закона распределения агрегатов (кластеров) по размерам и массам [1].

Характерной особенностью фрактального кластера является то, что концентрация твердой фазы в нем убывает по степенному закону с ростом его размера

$$\frac{V_{\text{ТВ}}}{V_{\text{общ}}} = \left(\frac{d_{\text{ч}}}{L} \right)^{d-D}, \quad (1)$$

где $V_{\text{ТВ}}$ – объем твердой фазы; $V_{\text{общ}}$ – общий объем, занимаемый кластером; $d_{\text{ч}}$ – средний диаметр частиц; L – размер кластера; d – топологическая (евклидова) размерность физического пространства; D – фрактальная размерность.

В связи с тем, что измерение концентрации твердой фазы в гетерогенной системе является сложной экспериментальной задачей в силу её

неупорядоченности и различных структурных особенностей частиц материалов, выражение (1) преобразуем к виду

$$\frac{\rho_{\text{кл}}}{\rho_{\text{ч}}} = \left(\frac{d_{\text{ч}}}{L} \right)^{d-D}, \quad (2)$$

где $\rho_{\text{кл}}$ - плотность кластера; $\rho_{\text{ч}}$ – плотность материала частиц кластера.

После совместного логарифмирования левой и правой частей выражения (2) получим

$$\ln \left(\frac{\rho_{\text{кл}}}{\rho_{\text{ч}}} \right) = (d - D) \ln \left(\frac{d_{\text{ч}}}{L} \right),$$

откуда, с учетом статистики распределения плотностей N кластеров по их размерам, получим

$$D = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(d + \frac{\ln \left(\frac{\rho_{\text{кл}i}}{\rho_{\text{ч}}} \right)}{\ln \left(\frac{L_i}{d_{\text{ч}}} \right)} \right). \quad (3)$$

Зависимость (3) связывает плотность и диаметр частиц твердой фазы сыпучего материала, а также плотность и размер сформированного из него кластера с фрактальной размерностью. На основе полученной зависимости создана методика определения фрактальной размерности, включающая в себя следующие основные этапы:

- формирование кластера заданного размера L_i путем свободной насыпки исследуемого материала в емкость объема L_i^3 ;

- измерение массы $m_{\text{кл}i}$ сформированного кластера и вычисление его плотности $\rho_{\text{кл}i} = \frac{m_{\text{кл}i}}{L_i^3}$;

- повторение предыдущих операций для ряда различных размеров L_i ;

- вычисление фрактальной размерности D по формуле (3).

При проведении исследований были использованы неорганические и минеральные сыпучие материалы различной дисперсности, марки и характеристики которых приведены в таблице 1. Массы насыпных объемов измерялись на электронных весах ВЛКТ-500 с погрешностью $\pm 0,01$ г, форма частиц определялась согласно методике, рекомендованной ГОСТ 25849-83, фактор неравноосности рассчитывался как отношение наибольшего линейного размера частицы к ее наименьшему размеру.

На рис. 2 показаны результаты оценки влияния плотности упаковки исследуемых сыпучих материалов на их фрактальную размерность.

Согласно представленным на рис. 2 данным, изменение фрактальной размерности неметаллических и металлических сыпучих материалов в зависимости от плотности их упаковки имеет одинаковый характер: увеличение плотности упаковки приводит к увеличению фрактальной размерности.

Таблица 1

Марки и характеристики исследуемых сыпучих материалов

№ п/п	Материал	$\rho_{\text{ист}},$ г/см ³	$d_{\text{ч}},$ мкм	Форма частиц	Фактор неравноо- сности
1	ПМС-1 (Cu)	8,93	100	Дендритная	2,30
2	ПНЭ-1 (Ni)	8,80	60	Сферическая	1,00
3	ПК-1У (Co)	8,75	60	Неравноосная	2,00
4	ПЖРВ 2.200.26 (Fe)	7,85	160	Сферическая	1,00
5	ПОЭ (Sn)	7,28	100	Сферическая	1,00
6	Волластонит (Вл)	2,94	30	Игольчатая	4,00
7	Песок (П)	2,65	100	Округлая	1,36
8	Маршалит (Мш)	2,62	30	Угловатая	1,00
9	Тригидрат Al (Al(OH) ₃)	2,42	7	Пластинчатая	1,25
10	Графит ГС	2,23	100	Пластинчатая	2,00
11	Шунгит (Шг)	2,10	2000	Угловатая	1,94
12	Уголь АГ	1,80	1500	цилиндрическая	2,37
13	Уголь БАУ-А	1,80	2000	Угловатая	1,22

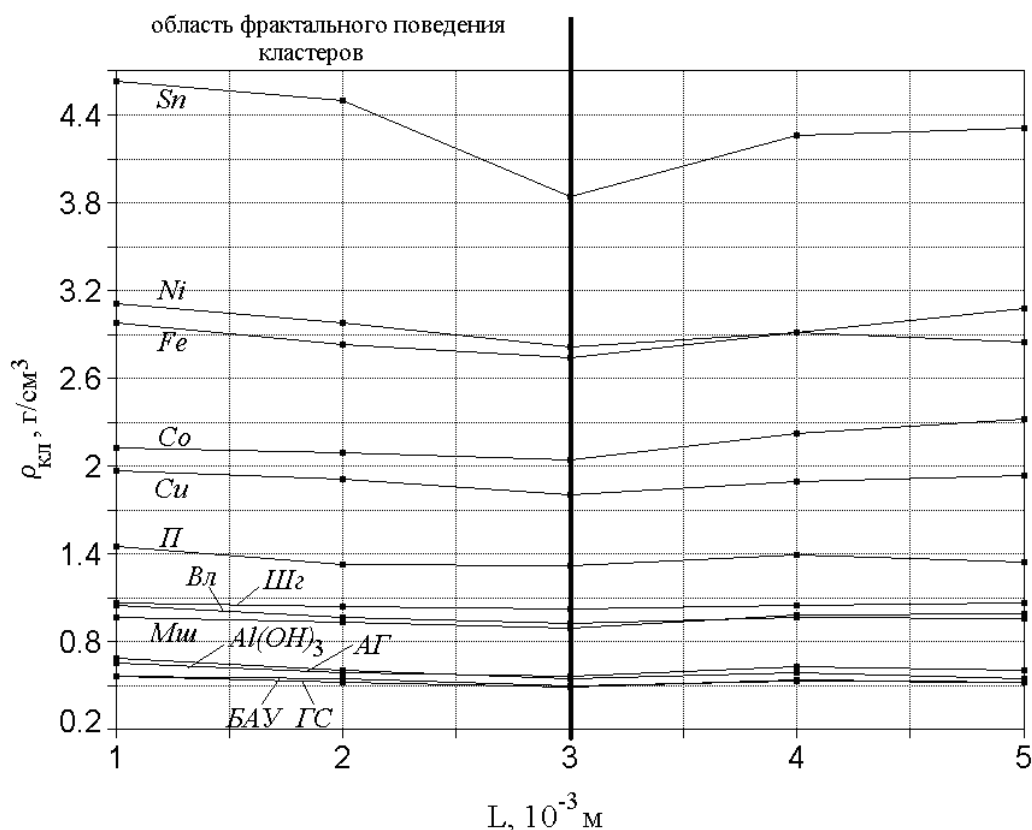


Рис. 1. Зависимости плотностей фрактальных кластеров от их размера

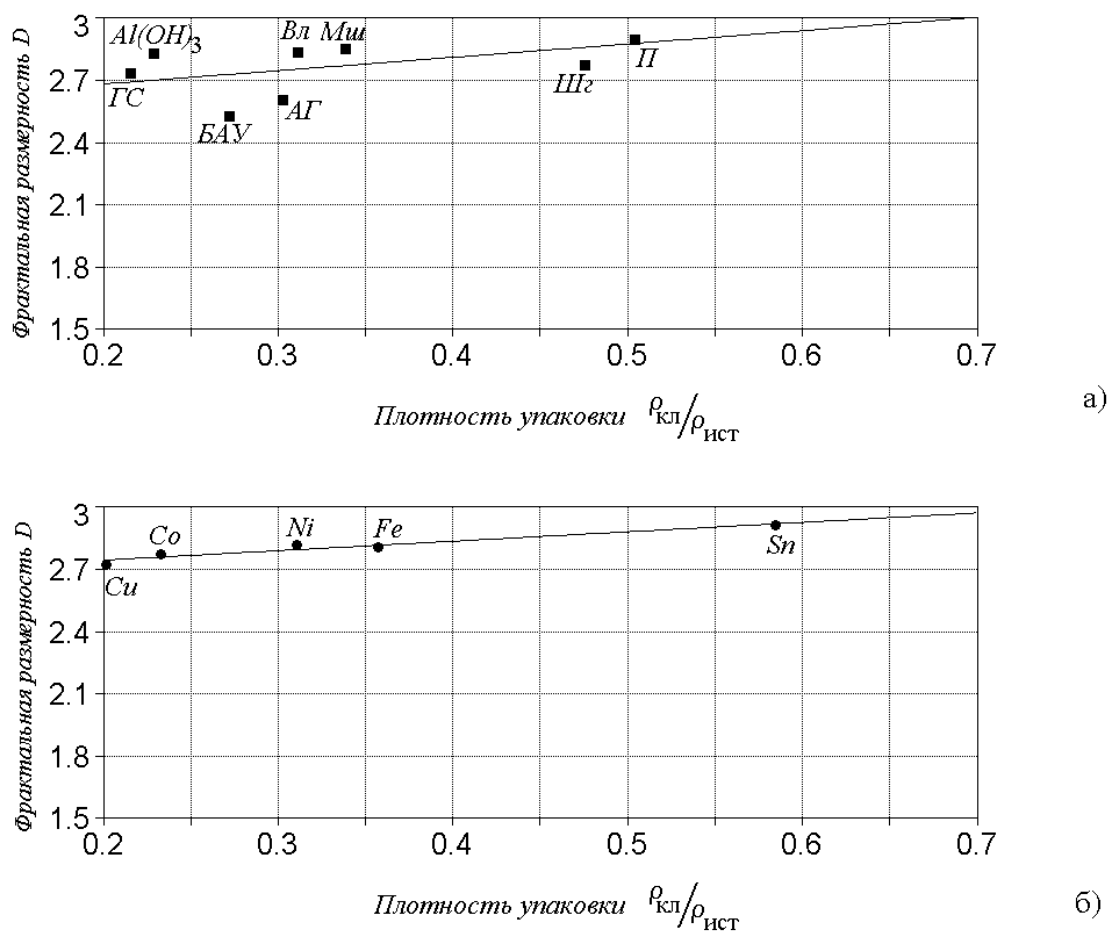


Рис. 2. Влияние плотности упаковки неметаллических (а) и металлических (б) сыпучих материалов на их фрактальную размерность

На рис. 3 показана зависимость фрактальной размерности от формы частиц, характеризуемой фактором неравноосности, для построения которой были выбраны порошки различной природы с одинаковым средним диаметром частиц $d_q = 100$ мкм.

Таким образом, в результате проведенных исследований доказано, что:

- плотность $\rho_{\text{кл}}$ убывает при увеличении размера кластера, следовательно, исследуемые материалы проявляют фрактальные свойства;
- при одинаковом размере частиц, независимо от природы материала, фрактальная размерность увеличивается при приближении формы частиц к сферической и уменьшении фактора неравноосности;
- фрактальная размерность сыпучих материалов, независимо от их природы и формы частиц, уменьшается с увеличением их пористости.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при разработке композиционных порошковых материалов с заранее заданными свойствами, выборе оптимального количества вводимых модифицирующих добавок и наполнителей, а также могут быть положены в основу новых методов

контроля физико-механических свойств и структурных характеристик пористых материалов.

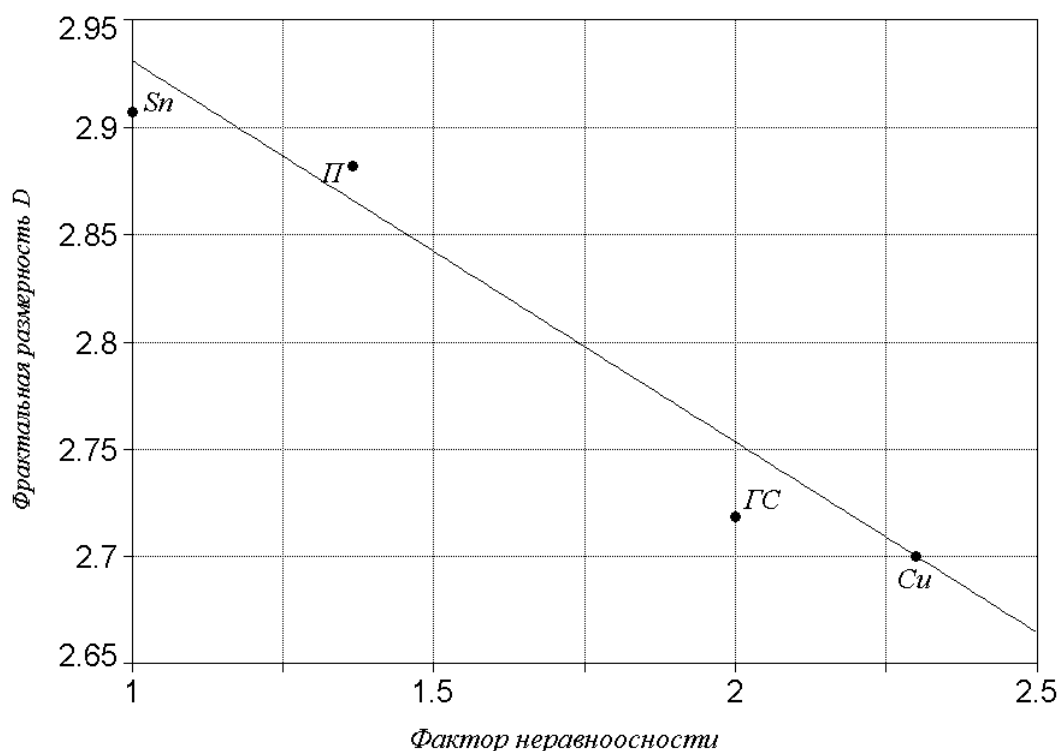


Рис. 3. Влияние фактора неравноосности частиц порошков на их фрактальную размерность

Работа выполнена в рамках программы конкурса «Гранты для поддержки прикладных исследований молодых учёных 2016 года» управления образования и науки Тамбовской области, соглашение № 19-04/МУ6-16.

Список литературы:

1. Кулак М.И. Фрактальная механика материалов/ М.И. Кулак.- Мн.: Выш. шк., 2002. – 304 с.
2. Федер Е. Фракталы / Е. Федер. - М.: Мир, 1991. – 260 с.
3. Чернюк А.М. Анализ методов моделирования структурно-геометрических форм проводящих пористых сред / А.М. Чернюк // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. - 2015. - № 1. - С. 46-53.
4. Медведева А.В. Эволюция моделей пористой структуры материалов / А.В. Медведева, Д.М. Мордасов // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ-27: сб. трудов XXVII Междунар. науч. конф.: в 12 т., Т. 1. – Тамбов: Тамбовск. гос. техн. ун-т, 2014. - С. 132-136.
5. Медведева А.В. Моделирование слоя углеродных сыпучих материалов на основе теории фракталов / А.В. Медведева, Д.М. Мордасов // Шестьдесят девятая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным

участием.: сб. материалов конф. – Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2016. - С. 792-795.

© Мордасов М.Д., Проценко И.Г., Мордасов Д.М., 2016

УДК 451.64:547.551

ГИДРОЛИТИЧЕСКОЕ РАСЩЕПЛЕНИЕ КОНЬЮГАТОВ ИНУЛИНА С ОРГАНИЧЕСКИМИ КИСЛОТАМИ

Никитина В.С., Яминева Э.З.

Бакирский государственный университет, г. Уфа

В настоящее время большинство фармацевтических препаратов состоят из модифицированных биополимеров. Введение в структуру нативного полисахарида биологически активных низкомолекулярных фрагментов или различных функциональных групп приводит к созданию новых лекарственных препаратов.

Особое внимание в поиске новой лекарственной формы привлек инулин, биологически активные свойства которого перечислены в работе [1]. Стандартизация инулинсодержащих конъюгатов предусматривает изучение их гидролитического расщепления с определением содержания связанной глюкозы и свободной фруктозы [2].

В данной работе объектами исследования были приобретенный в аптечной сети инулин из клубней топинамбура, полученные из него конъюгат инулина с аскорбиновой кислотой, конъюгат инулина с таурином и конъюгат инулина с глицином [3].

Гидролитическое расщепление исследуемых продуктов проводили в два этапа [2]. На первом этапе осуществляется кислотный гидролиз, где разрушаются $\beta(2 \rightarrow 1)$ -гликозидные связи, на втором – определение глюкозы йодометрическим щелочным методом в гидролизате.

Гидролиз инулина и конъюгатов инулина с аскорбиновой кислотой, таурином или с глицином до моносахаридов осуществляли следующим образом. В мерной колбе растворяли 0,1 г продукта в 1 н. соляной кислоте и нагревали на водяной бане при 80°C в течение 1 ч. После охлаждения до комнатной температуры гидролизат нейтрализовали 0,1 н. раствором гидроксида натрия в присутствии метилового оранжевого до pH 6–7. Образовавшуюся глюкозу определяли йодометрическим щелочным методом. При действии щелочных растворов йода в соответствующих условиях альдогексозы окисляются с образованием гексоновых кислот. Окисление альдогексозы до гексоновых кислот зависит от концентрации щелочи. При использовании более щелочных растворов (pH > 7) гипойодита окисление альдогексоз замедляется настолько, что за время реакции идет более глубокое окисление полученных гексоновых кислот. С другой стороны, количество щелочи должно быть достаточным для полной нейтрализации полученных гексоновых кислот.

На втором этапе раствор полученного гидролизата смешивали с 0,1 н. раствором йода и при перемешивании добавляли 0,1 н. раствор гидроксида

натрия. Смесь оставляли в закрытой колбе на 3–10 мин, затем подкисляли разбавленной хлористоводородной кислотой и титровали избыток йода 0,1 н. раствором тиосульфата натрия в присутствии крахмала. Содержание глюкозы (X) в процентах вычисляли по формуле:

$$X = \frac{V \times k \times T \times 100}{m},$$

где X – содержание глюкозы, %, V – объем 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование, мл; k – поправочный коэффициент 0,1 н. раствора тиосульфата натрия; T – титр 0,1 н. раствора йода по глюкозе, равный 0,009008 г/мл; m – навеска (инулина), г.

Результаты проведенного анализа показали, что количество глюкозы в гидролизате инулина и количество глюкозы в гидролизате конъюгата инулина с аскорбиновой кислотой близки. В случае анализа продуктов гидролиза конъюгата инулина с таурином значение заниженное, полагаем из-за недостаточно проведенной очистки после синтеза конъюгата инулина с таурином. Значение количества глюкозы в гидролизате конъюгата инулина с глицином сильно отличаются от выше перечисленных значений. Было принято решение провести повторный анализ гидролитического расщепления конъюгатов инулина с таурином и конъюгата инулина с глицином.

Список литературы:

1. Яминева Э.З., Никитина В.С. «О биологической активности синтезированного конъюгата инулина с глицином» - II Всероссийская молодежная конференция «Достижения молодых ученых: химические науки» (г. Уфа, 18-21 мая 2016 г.), С. 363 – 365.

2. Ананьина Н.А., Андреева О.А., Мыкоц Л.П., Оганесян Э.Т. Стандартизация инулина, полученного из клубней георгины. Изучение некоторых физико-химических свойств инулина // Химико-фармацевтический журнал. 2009. Т.43. №3. С.35-37.

3. Яминева Э.З., Никитина В.С., Абдуллин М.И. Модификация инулина синтонами – аскорбиновой кислотой, глицином, таурином - X Всероссийская конференция «Химия и медицина» и Молодежная научная школа (Уфа – Абзаково, 1 – 6 июня 2015 г.), С.243.

© Никитина В.С., Яминева Э.З., 2016

УДК 66.097.3-039.7

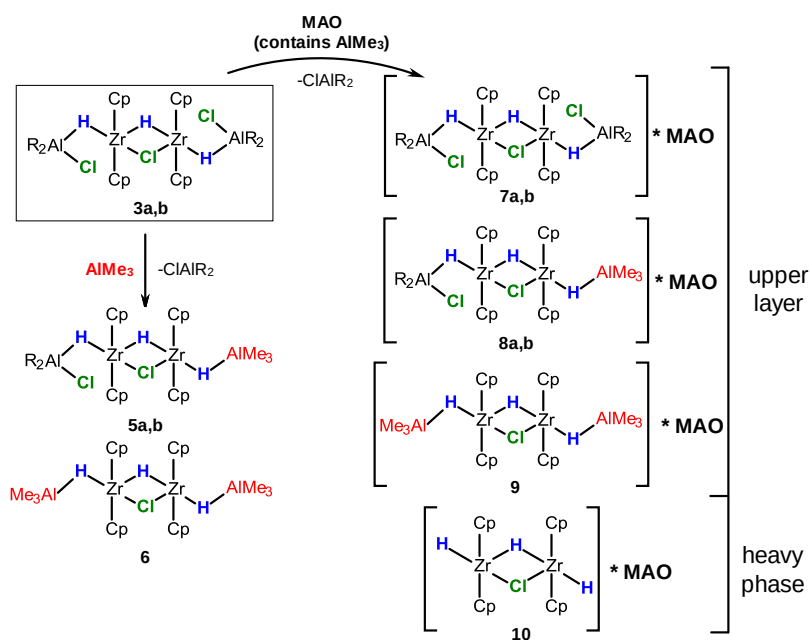
ЯМР ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ИНТЕРМЕДИАТОВ НА ОСНОВЕ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ Zr,Al-ГИДРИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ И МЕТИЛАЛЮМОСКАНА

Парфенова Л.В., Ковязин П.В., Ляпина А.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Каталитические системы на основе цирконоценов известны как системы, позволяющие осуществлять гидро-, карбоалюминирование, олиго- и полимеризацию алкенов с высокой конверсией, хемо- и региоселективностью [1]. В качестве активных центров этих реакций выступают биметаллические интермедиаты различного строения [2], в том числе Zr,Al-гидридные комплексы.

В представленной работе проведено ЯМР - исследование взаимодействия $[(C_5H_5)_2ZrH_2]_2$ с $ClAlR_2$ ($R = Et, Bu^i$) и MAO, в том числе с привлечением методик NOESY и двумерного DOSY. В результате изучения реакции $[(C_5H_5)_2ZrH_2]_2$ с $ClAlR_2$ ($R = Et, Bu^i$) нами идентифицированы новые комплексы состава $Cl(R_2)Al(\mu-H)(C_5H_5)_2Zr(\mu-H)(\mu-Cl)(C_5H_5)_2Zr(\mu-H)Al(R_2)Cl$, характеризующиеся сильнополюсным сигналом мостикового гидрида Zr-H-Zr связи в спектрах ЯМР ^1H в области -7 – -6 м.д.



Показано, что алюминийорганические линкеры $ClAlR_2$ в составе новых комплексов достаточно подвижны и могут замещаться как триметилалюминием, так и MAO при сохранении бицирконицевого каркаса. В реакции с $(AlMe_3)_2$ образуются продукты частичного и полного замещения $Cl(R_2)Al(\mu-H)(C_5H_5)_2Zr(\mu-H)(\mu-Cl)(C_5H_5)_2Zr(\mu-H)AlMe_3$ и $Me_3Al(\mu-H)(C_5H_5)_2Zr(\mu-H)(\mu-Cl)(C_5H_5)_2Zr(\mu-H)AlMe_3$, которые также обладают способностью координироваться с MAO и давать аддукты, растворимые в толуоле. Полное вымещение алюминийорганических линкеров метилалюмоксаном из комплексов приводит к формированию тяжелой малорастворимой фракции.

Список литературы:

1. Dzhemilev U.M., Ibragimov A.G. In *Modern Reduction Methods*. (Eds. Andresson P.G., Munslou J.J.). – Weinheim: Wiley VCH. – 2008. – P.447–489.
2. Л.В. Парфенова, Л.М. Халилов, У.М. Джемилев, Успехи химии.– 2012.– Т. 81.– №6.– С.524-548.

УДК 532.978:542.943

ПРОСТРАНСТВЕННО-ЗАТРУДНЕННЫЕ ФЕНОЛЫ КАК ИНГИБИТОРЫ ОКИСЛЕНИЯ 1,4-ДИОКСАНА

Петрова А.В., Гарифуллина Г.Г.

Бакирский государственный университет, г. Уфа

Пространственно-затрудненные фенолы являются эффективными ингибиторами процессов окисления различных органических материалов. Подобные фенолы, как правило, реагируют с пероксильными радикалами $ROO\bullet$, прерывая цепь окисления.[1]

Нами исследовано влияние 4-х замещенных фенолов (заместители в 2,4,6 положениях) на окисление 1,4-диоксана. Окисление 1,4-диоксана проводили при температуре $75^{\circ}C$ в присутствии классического инициатора окисления - азодиизобутиронитрила (АИБН).[2] За кинетикой реакции следили по спектрам поглощения в коротковолновой области спектра.

Для исследованных соединений установили максимумы поглощения, находящиеся в области 276 – 284 нм. Для каждого производного фенола установлена линейная зависимость между величиной оптической плотности и концентрацией добавленного замещенного фенола, которая позволила вычислить молярные коэффициенты поглощения, находящиеся в пределах $(2,31-4,84) \cdot 10^4$ л/моль·с.

В кинетическом режиме окисления исследовали влияние изученных замещенных фенолов на инициированное окисление 1,4- диоксана. В специальных опытах установлено, что оптическая плотность без добавок инициатора остается постоянной. Таким образом, добавленные фенолы термически стабильны при температуре опыта, они расходуются только в режиме окислительного процесса. В кинетических опытах в присутствии инициатора окисления оптическая плотность уменьшается, что подтверждает расходование добавленных производных фенола. Кинетические кривые расходования фенолов спрямляются в координатах реакции первого порядка, что позволило вычислить удельные скорости расходования фенолов, по которым, в свою очередь определили константу скорости реакции взаимодействия пероксильных радикалов 1,4-диоксана с молекулой замещенного фенола: находящиеся в пределах $(0,8-7,23) \cdot 10^3$ л/моль·с. Зная константу скорости реакции взаимодействия пероксильных радикалов с молекулой ингибитора, определили величину ионольного эквивалента (ИЭ).

Фенол	1	2	3	4	5
$k_{расх. InH},$ $сек^{-1}$	$4,2 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$5,3 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$

k_7 , л/моль*с	$(2,2 \pm 0,2) \cdot 10^3$	$(7,2 \pm 0,2) \cdot 10^3$	$(3,8 \pm 0,1) \cdot 10^3$	$(1,1 \pm 0,3) \cdot 10^3$	$(2,2 \pm 0,1) \cdot 10^3$
ИЭ	0,95	0,33	0,17	0,05	0,1

По величине ИЭ исследуемые фенолы располагаются в ряд: ИЭ (4) > ИЭ (2) > ИЭ(1) > ИЭ(3)

Список литературы:

1. Денисов Е.Т., Мицкевич Н.И., Агабеков В.Е. Механизм жидкофазного окисления кислородсодержащих соединений. Минск: Наука и техника, 1975. 335 с.
2. Е.Т. Денисов, В.В. Азатян. Ингибирование цепных реакций. Черногоровка: ИХФЧ РАН, 1997. 266 с.

© Петрова А.В., Гарифуллина Г.Г., 2016

УДК 621.762.04

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В ПРОЦЕССЕ ЖИДКОФАЗНОГО СПЕКАНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ

Проценко И.Г., Мордасов Д.М., Кобзев Д.Е.

*Тамбовский государственный технический университет,
г. Тамбов*

Высококоэрцитивные магнитные материалы, находят применение в качестве источников магнитных полей высокой напряженности. Особое место занимают сплавы системы Fe-Ni-Al-Co, изготовленные с применением технологий порошковой металлургии, обладающие большими значениями коэрцитивной силы и остаточной индукции [1]. Одним из важнейших условий получения высоких магнитных свойств металлокерамических постоянных магнитов является обеспечение физической и химической однородности структуры в процессе спекания. Однако, металлокерамическим постоянным магнитам свойственны недостатки, влияющие на значения магнитных параметров и ограничивающие область их применения. Наиболее существенное влияние на свойства оказывают пористость, а также неметаллические включения, образованные в результате высокотемпературных структурных изменений частиц карбонильных порошков металлов и последующего окисления продуктов их распада [2]. Исключить их негативное влияние возможно путем выбора температурно-временных режимов спекания, позволяющих сформировать оптимальную магнитную структуру материала. Для понимания процесса формирования морфологии при спекании поликомпонентной шихты представляет интерес изучение фазового состава и свойств прессовок на ее последовательных этапах спекания.

Спекание прессовок, изготовленных из поликомпонентной смеси карбонильных порошков металлов, проводилось согласно температурно-временной зависимости (рис. 1).

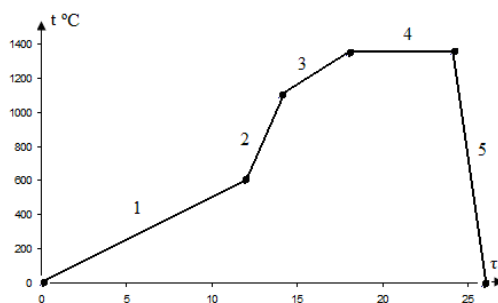


Рис. 1. Температурно-временная кривая спекания прессовок из карбонильных порошков металлов

Анализируя представленную зависимость, можно выделить 5 участков различной длительности общей продолжительностью 26 часов.

В интервале температур $20 \div 600^\circ\text{C}$ (участок 1 рис. 1) скоростью нагрева составляет $50^\circ/\text{час}$, что объясняется необходимостью поддержания протекания процесса удаления продуктов распада органического пластификатора, вводимого в процессе формирования заготовки из карбонильных порошков металлов для улучшения прессуемости, а также очистки компонентов шихты от характерных для карбонильных порошков примесей. При температуре 400°C процесс удаления продуктов распада органической связки завершается и, в свою очередь, наблюдаются процессы установления контакта между частицами металлического порошка при твердофазном спекании, что также подтверждается некоторой линейной усадкой. При нагреве до 500°C наблюдается старт механизма поверхностной диффузии по границам частиц и начало процесса взаимного перераспределения компонентов сплава характерного для жидкофазного спекания.

Исследование структуры показало, что интенсивное спекание заготовок начинается при температурах $650 \div 700^\circ\text{C}$. На данной стадии в структуре наблюдается формирование целого ряда фаз с отличающейся морфологией и микротвердостью (рис. 2).

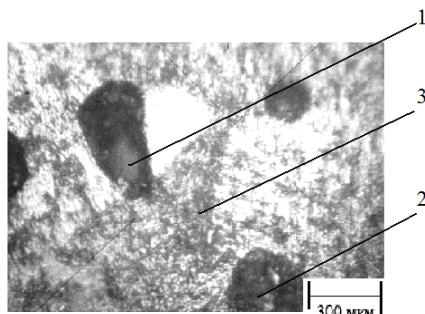


Рис.2. Микроструктура металлокерамической прессовки на начальном этапе спекания

В структуре спеченной прессовки (рис. 2) содержится область медьсодержащей фазы (1), характеризующуюся микротвердостью $HV=50$

кг/мм², а также очень твердые зерна ферроалюминиевой лигатуры (HV=1800 кг/мм²) сохранившие морфологию исходного порошка (2) и неоднородную матрицу, с микротвердостью HV=75÷165 кг/мм² (3). Пористость, определяемая на полированной поверхности точечным методом, составляет 45%.

Таким образом, в интервале температур 600÷1100°C (участок 2 рис. 1), где процесс жидкофазного спекания прессовок протекает наиболее интенсивно и наблюдается распад карбонильных порошков металлов с образованием более дисперсных продуктов, расположенных по границам зерен, нагрев осуществлялся со скоростью 250÷300°/час. Это обусловлено тем, что в данной температурной области происходит процесс, приводящий к плавлению частиц металлической меди и заполнение пор, образованных на начальном этапе твердофазного спекания порошковой композиции, жидкофазной медью. При этом наблюдается растворение мелкодисперсных продуктов распада железа и никеля в жидкой фазе. Наряду с этим, помимо распределения частиц железа посредством жидкой фазы, наблюдается одновременно процесс осаждения 3d-металлов из расплава на крупные зерна под влиянием процесса взаимодиффузии компонентов. Таким образом, жидкофазная медь выполняет транспортную функцию по распределению компонентов сплава, несмотря на то, что растворимость железа и никеля в меди чрезвычайно мала. В качестве первичных зерен, на основе которых происходит формирование структуры, можно считать крупные частицы ферроалюминиевой лигатуры.

Одновременно с процессом перераспределения компонентов сплава, за счет растворения мелкодисперсных частиц и их последующего осаждения на крупных зернах сплава, происходит снижение пористости прессовки. Данный процесс обусловлен тем, что жидкофазная медь обладает большим коэффициентом смачивания поверхности железосодержащих частиц, образует вогнутый мениск между ними и под действием сил поверхностного натяжения происходит их сближение. Данный процесс будет продолжаться до тех пор, пока жидкофазная медь полностью не растворится в железо-никелевой основе, то есть до окончания процесса спекания прессовки.

До температуры 700°C изменение геометрии детали при спекании практически не наблюдается, а при достижении данной температуры замечен небольшой рост размеров прессовки, который после двухчасовой выдержки составляет 3%, помимо этого, наблюдается возрастание пористости детали.

С увеличением температуры до 900°C рост геометрических размеров уменьшается, а при выдержке в течение двух часов приводит к линейной усадке и снижению пористости до 22%, что обуславливается протеканием процесса спекания с различными коэффициентами взаимной диффузии компонентов сплава. При достижении температуры спекания 900°C и выдержке в течение 2 часов наблюдается изменение фазового состава (рис. 3), а также снижение пористости изделия до 20% и линейная усадка.

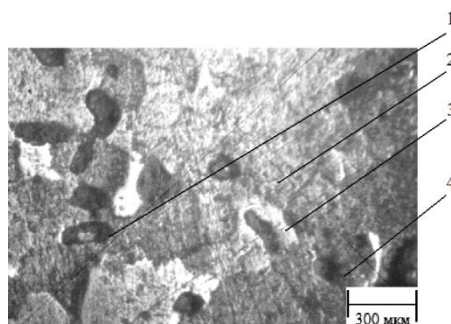


Рис.3. Структура металлокерамической прессовки при 900°C

Анализ показывает, что в материале присутствует высокотвердая фаза ($HV=2000 \text{ кг/мм}^2$), образовавшаяся на базе ферроалюминиевой лигатуры (1), микротвердость медьсодержащей фазы (2) увеличилась до $HV=95 \text{ кг/мм}^2$, что свидетельствует о перераспределении компонентов сплава, в процессе жидкофазного спекания и растворения меди. Зерна представленных фаз, объемное содержание которых составляет 5-6%, равномерно распределены в двухфазной структуре (3), состоящей из светлых, химически стойких зерен с различной микротвердостью ($HV=50 \div 220 \text{ кг/мм}^2$) неправильной формы и фазы (4) эвтектического типа ($HV=370 \text{ кг/мм}^2$). Большой разброс физических свойств светлых зерен связан с тем, что они представляют собой двухфазную структуру. Увеличение времени выдержки более 2 часов при 900°C приводит к росту объемного содержания светлой фазы.

При подъеме температуры спекания до 1000°C процесс усадки заметно ускоряется, а выдержка в течение 2-часов способствует усадке в 4%. На данной стадии спекания в структуре не наблюдаются обособленные зерна фаз, связанные с медью или ферроалюминиевой лигатурой. Измерения микротвердости выявляют наличие фаз с интервалом $HV=200 \div 430 \text{ кг/мм}^2$, при этом наибольшую площадь поверхности шлифа занимает перлитоподобная фаза, характеризующаяся значительной разнотвердостью ($HV=450 \text{ кг/мм}^2$).

При достижении температуры 1100°C скорость нагрева уменьшается до значения 50°/час, для того, чтобы избежать возможного оплавления мелкодисперсных частиц исходных порошков металлов, а также исключить термические напряжения, приводящие к образованию дефектов структуры.

После нагрева спрессованных порошковых композиций до температуры 1100 - 1250°C (участок 3 рис. 1) наблюдается старт второго механизма жидкофазного спекания с плавлением ферроалюминиевой лигатуры.

Применяемый при формировании металлокерамических постоянных магнитов порошок ферроалюминиевой лигатуры имеет устойчивый химический состав с температурой плавления 1250°C, что способствует образованию жидкофазного состояния в местах расположения частиц порошка. Образованная жидкая фаза также обладает хорошей смачивающей способностью частиц 3d-металлов, что способствует проникновению ее в объемы окружающих пор и ускорению процесса их залечивания.

При этом наблюдается сближение зерен с уменьшением пористости по такому же механизму как и в случае с жидкофазной медью. Помимо этого,

наблюдается процесс диффузионного обмена между зеренной основой и жидкой фазой. При этом изменяется состав промежуточной жидкой фазы, то есть нарушается ее стехиометрический состав.

Данный процесс приводит, в конечном итоге, к кристаллизации жидкой фазы еще до окончания процесса спекания с сохранением повышенной концентрации алюминия и последующему выравниванию стехиометрического состава за счет процесса диффузии в твердой фазе. Однако данный процесс длителен по времени и не приводит к абсолютной однородности состава.

При достижении температуры в 1300°C (участок 4 рис. 1) была осуществлена выдержка, общей длительностью 6 часов, способствующая формированию однофазной структуры. При этом необходимо обеспечить поддержание процесса медленного нагрева в районе 1200 – 1325°C, что способствует формированию более однородной структуры и уменьшению пористости. Таким образом, в процессе спекания в присутствии жидкой фазы, существующей до конца спекания и фазы, кристаллизующейся в процессе нагрева, наблюдается образование сложного сплава системы Cu-Al-Fe, в конечном итоге приводящего к формированию окончательной зеренной структуры после выдержки в области температуры плавления, за счет диффузии в нее алюминия и меди.

При этом наблюдается увеличение усадки до 9% при температуре 1300°C. При изотермическом спекании в течении трех часов пористость сплава уменьшается до 3,5 %. Микроструктура металлокерамического изделия (рис. 4), полученного после медленного охлаждения от температуры спекания 1300°C были исследованы на базе НОЦ «Наноструктурные материалы и высокие технологии» ФГБОУ ВО «УГАТУ» с помощью растрового электронного микроскопа JEOL JSM-6390 с системой микроанализа химического состава.

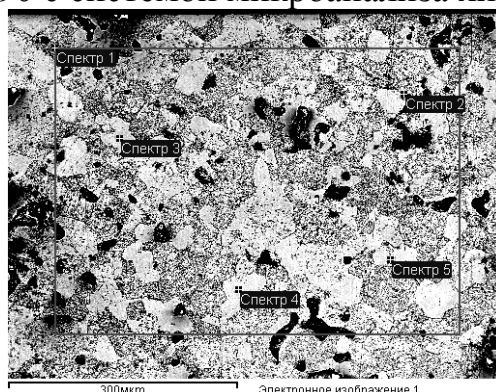


Рис. 4. Микроструктура порошкового металлокерамического постоянного магнита

Структура магнитного материала представляет собой неоднородный твердый раствор, состоящий, по меньшей мере, из двух разнородных фаз. Основной составляющей является слабо травящаяся структура с выделяющимися в ней границами зерен, обладающей микротвердостью с микротвердостью $HV=450 \text{ кг/мм}^2$. Вокруг зерен, с различной ориентацией кристаллографических осей в плоскости шлифа, обусловленной воздействием

магнитных полей нагревательных элементов вакуумной печи в процессе спекания, имеются отдельные включения сильно травимой составляющей, несоединенной в единую сетку.

Химически стойкая составляющая представляет собой двухфазную структуру, состоящую из $\alpha + \alpha'$ фаз, образованных в результате высококоэрцитивного превращения в интервале температур 900-650°C, в свою очередь темные включения являются результатом выделения γ -фазы, образуемой при недостаточно быстром охлаждении с печью. Последующее превращения $\gamma \rightarrow \alpha_\gamma$ при температуре 800°C, способствует образованию паразитной магнитной фазы, значительно влияющей на величину коэрцитивной силы. Для формирования оптимальной структуры, необходимым условием является быстрое охлаждение в интервале существования однофазной α -фазы, с последующей термомагнитной обработкой.

Химический состав фаз, образованных в процессе нагрева прессовок до температуры формирования однофазной α -области, позволяет сделать вывод о том, что при протекании процесса спекания в присутствии жидкой фазы в металлокерамической системе образуется ряд промежуточных структур различного химического состава.

Так, область 1 и 5 (рис. 2) представляют собой насыщенную карбидами железа область, парамагнитную фазу, ухудшающую магнитные свойства изделия. Области 3 и 4 (рис. 2), обладающие повышенной химической стойкостью к окислителям, являются α -фазой, что подтверждается повышенным содержанием в ее составе железа и никеля.

Область 2 (рис. 2) является промежуточной фазой, образованной в результате жидкофазного спекания с участием промежуточных фаз, кристаллизующихся и существующих до момента окончания спекания и выполняющих транспортную функцию по переносу компонентов порошковой системы, а также способствующих образованию низкопористой структуры, что подтверждается результатами анализа их химического состава. Данные структуры характеризуются повышенным содержанием алюминия и меди, но, при этом концентрация 3d – металлов значительно ниже, чем в остальных областях микроструктуры.

Таким образом, в ходе выполнения работы было установлено, что при спекании поликомпонентной шихты карбонильных порошков металлов, используемой при изготовлении металлокерамических постоянных магнитов, наблюдается протекание процесса жидкофазного спекания с образованием промежуточных фаз, обогащенных медью и алюминием, участвующих в перераспределении компонентов сплава за счет взаимодиффузии образование промежуточных фаз, а также перераспределения компонентов шихты между ними, что подтверждается изменением микротвердости. Помимо этого, образованные системы сплавов Cu-Al-Fe, также принимают участие в процессе формирования беспористой структуры материала, за счет механизма залечивания пор, образующихся при твердофазном спекании.

Работа выполнена в рамках программы конкурса «Гранты для поддержки прикладных исследований молодых учёных 2016 года» управления образования и науки Тамбовской области, соглашение № 19-04/МУ6-16.

Список литературы:

1. Проценко, И.Г. Влияние режимов спекания на формирование высококоэрцитивного состояния порошковых магнитов типа ЮНДК /И.Г. Проценко, Д.М. Мордасов// Шестьдесят девятая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием Сборник материалов конференции. ЯГТУ. - 2016. - С. 784-787.

2. Проценко, И.Г. Сканирующая зондовая микроскопия высококоэрцитивных материалов /И.Г. Проценко, Д.М. Мордасов// Междисциплинарный подход в материаловедении и технологии. Теория и практика. Сборник трудов Всероссийского совещания заведующих кафедрами материаловедения и технологии материалов. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015. – С. 163-170.

© Проценко И.Г., Мордасов Д.М., Кобзев Д.Е., 2016

УДК 678.743.4:539.2/.8:534.28

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ НА ПОРИСТОСТЬ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ЕГО СИНТЕЗЕ

Путинцев В.Ю., Негров Д.А., Мулюкова А.Р., Закирова Д.Д., Букина Я.В.,
Клещенко В.Д.

Омский государственный технический университет, г. Омск

Аннотация. В работе выявлены закономерности влияния ультразвукового воздействия на изменение плотности и пористости синтезируемого полимерного композиционного материала на основе политетрафторэтилена, модифицированного нитридом бора. Плотность образцов с содержанием нитрида бора в 5 мас. %, изготовленных ультразвуковым прессованием на 9 % выше, чем у аналогичных образцов, изготовленных холодным прессованием, что подтверждает результаты дефектности структур, полученные электронной микроскопией. Проведенные исследования доказывают, что прессование полимерного композиционного материала с применением ультразвуковых колебаний является активным технологическим приемом, повышающим эффективность модификации структуры матрицы и оказывающим существенное влияние на процессы структурообразования в ней.

Ключевые слова. Плотность, ультразвуковое воздействие, полимерный композиционный материал, нитрид бора, политетрафторэтилен.

Физической основой различных методов повышения механических свойств полимерных композиционных материалов (ПКМ) служит структурная

модификация. Наиболее распространенным методом структурной модификации является введение в полимерную матрицу наполнителей различного типа: дисперсных, волокнистых, ультрадисперсных [1–4].

Совершенствование технологии получения ПКМ в направлении повышения уровня внешнего энергетического воздействия позволяет достичь значительного улучшения свойств ПКМ.

Одним из перспективных способов активного энергетического воздействия является наложение на прессуемую смесь порошков ультразвуковых колебаний (УЗК). При этом повышаются: текучесть порошков, равномерность укладки частиц полимера, разрушаются арочные структуры, существенно облегчается развитие пластической деформации частиц порошка, уменьшается пористость и повышается плотность прессуемого материала [5-7]. Это положительно влияет на характер изменения сил трения между частицами и стенками пресформы, дает возможность формовать изделие сложной формы при сравнительно небольших усилиях прессования.

Объект исследований

Объектом исследований является политетрафторэтилен, модифицированный порошком гексагонального нитрида бора. Для исследований были выбраны следующие концентрации гексагонального нитрида бора в политетрафторэтилене: 0,5; 1,0; 3,0; 5,0; и 10,0 масс. %. Исследование дефектности структуры композиционного материала изучали на образцах, изготовленных с применением ультразвуковых колебаний и без них.

Для изготовления образцов была собрана специальная установка на базе гидравлического пресса МТ – 50 [8]. Применен ультразвуковой генератор УЗГ 2 – 4М, имеющий входную мощность 2,5 кВт и работающий в частотном диапазоне от 17,5 до 23 КГц. В качестве источника ультразвуковых колебаний был взят магнитострикционный преобразователь ПМС 15-А-18, с резонансной частотой колебаний 17,8 кГц. Усилие прессования составило 54 МПа и амплитуда 16 мкм. При этом частицы композиционной смеси совершали высокочастотные колебательные движения, что приводит к их перемещению и плотной упаковке. После прессования образцы подвергались термообработке (спеканию) при температуре 360 °С.

Исследование дефектности структуры композиционного материала изучали на образцах, изготовленных с применением ультразвуковых колебаний и без них.

Методы исследования.

Для изучения дефектности структуры в данной работе был использован двухлучевой электронный сканирующий микроскоп FEI Versa 3D, при этом для создания на поверхности скола электропроводящего покрытия применялось напыление серебра в условиях высокого вакуума.

Плотность образцов изучали методом гидростатического взвешивания на аналитических весах VIBR-HTR с точностью измерения 0,0001 г/см³.

Результаты экспериментов и их обсуждение.

В результате проведенных исследований скола образцов, изготовленных холодным прессованием, показал, что на поверхности скола наблюдаются небольшие раковины и пустоты (рис. 1).

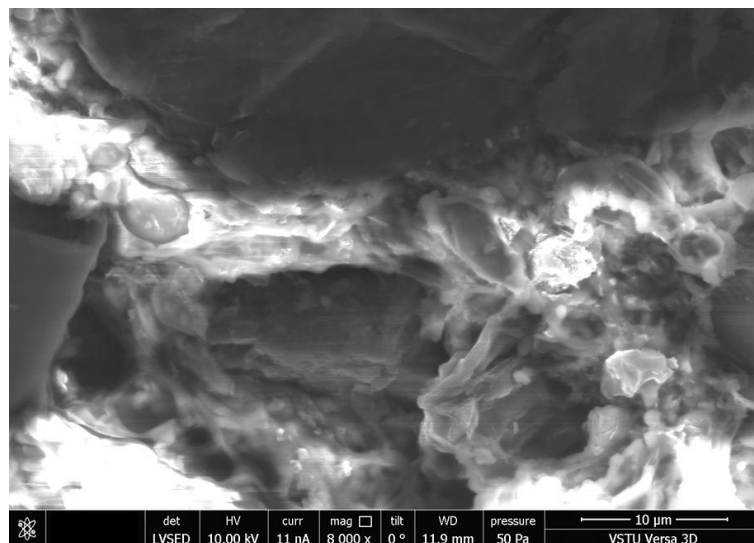


Рис. 1. Микрофотография образца политетрафторэтилена, содержащего 5 масс. % NB, изготовленного статическим холодным прессованием

На поверхности скола образцов, изготовленных ультразвуковым прессованием, пустот и раковин не наблюдается (рис. 2).

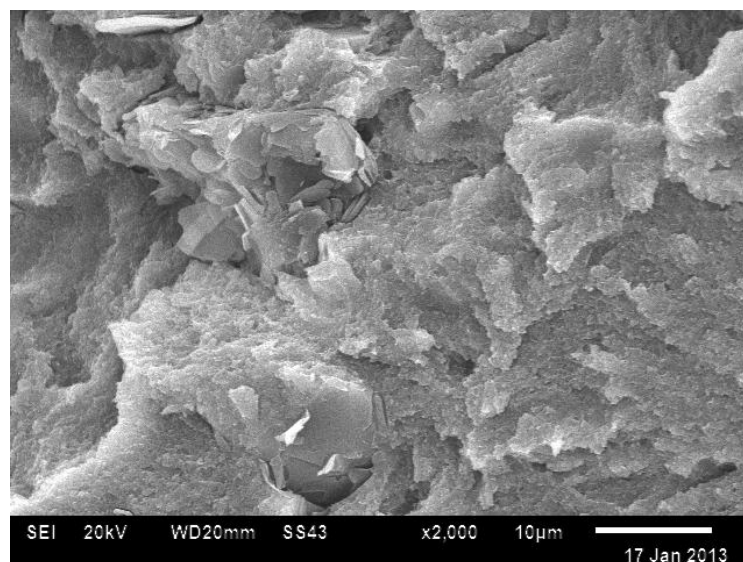


Рис. 2. Микрофотография образца политетрафторэтилена, содержащего 5 масс. % NB, изготовленного ультразвуковым прессованием

Уменьшение дефектности структуры композита в результате ультразвуковой обработки должно приводить к повышению его плотности. С

этой целью проводилось изучение влияния ультразвуковой обработки на изменение плотности получаемых ПКМ. Результаты изучения плотности синтезируемых материалов приведены в таблице 1 и на рисунке 3.

Таблица 1. Плотность композита

Концентрация NB, %	0,5	1,0	3,0	5,0	10,0
Плотность образца, полученного без УЗО, г/см ³	1,94	1,96	1,98	1,92	1,90
Плотность образца, полученного с УЗО, г/см ³	1,94	1,99	2,07	2,09	2,01

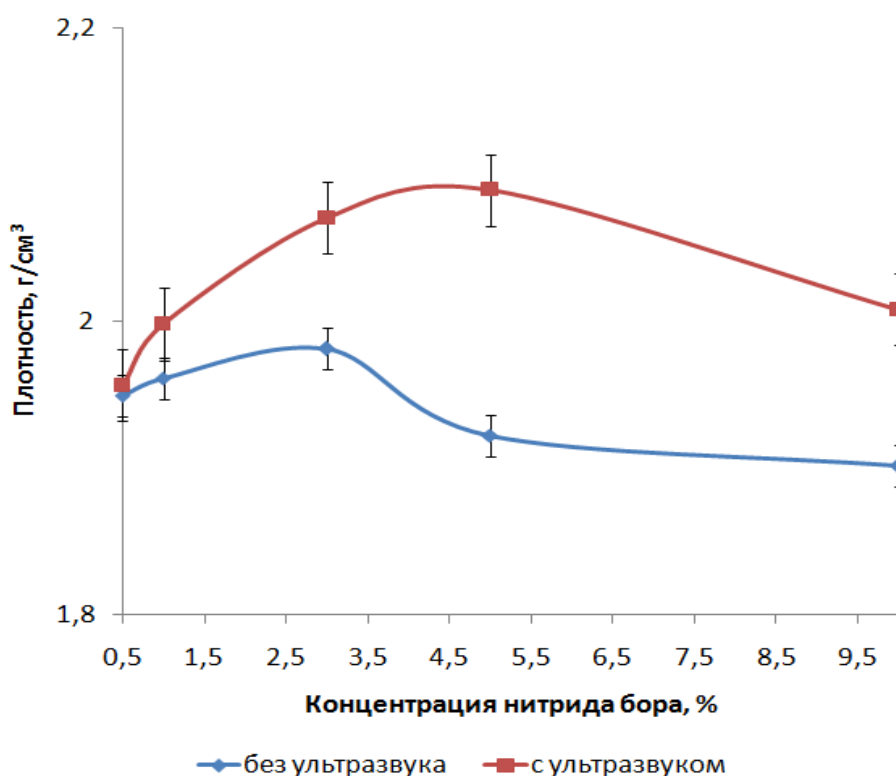


Рис. 3. Влияние ультразвуковой обработки и концентрации наполнителя на плотность композиционного материала

Как видно, плотность образцов с содержанием нитрида бора в 5 мас. %, изготовленных ультразвуковым прессованием на 9 % выше, чем у аналогичных образцов, изготовленных холодным прессованием, что подтверждает результаты дефектности структур, полученные электронной микроскопией.

Плотность политетрафторэтилена и гексагонального нитрида бора практически одинаковая – 2,18 г/см³, следовательно композиционный материал на основе политетрафторэтилена модифицированный нитридом бора в идеале должен иметь такую же «теоретическую» плотность. Изучение качества

отпрессованных образцов из композиции на основе политетрафторэтилена с 5 мас. % нитрида бора показало, что максимально достигаемая относительная плотность 96 % наблюдается у материала изготовленного ультразвуковым прессованием. Полимерный композиционный материал, изготовленный статическим холодным прессованием, имеет относительную плотность 88% (рис. 4).

Полученные результаты подтверждают низкую адгезионную прочность ПКМ с наполнителем, синтезируемого без ультразвукового воздействия, который играет роль дефектов и способствует разрыхлению композиционной смеси в отличие от ПКМ, обладающего высокой адгезионной прочностью композиций после ультразвуковой обработки



Рис. 4. Относительная плотность композиционного материала

Вероятно, что при спекании статически спрессованных образцов происходит резкое изменение напряженно-деформированного состояния полимера, в результате чего происходит разрыв слабых адгезионных связей полимер – NB и после охлаждения по границам частиц наполнителя могут образовываться поры, что подтверждается более низкой их плотностью при спекании в свободном состоянии, в отличие от материалов после ультразвуковой обработки.

Ультразвуковая обработка композитов на основе ПТФЭ приводит к кардинальному изменению морфологии полимера, запускает процесс реорганизации структур. Структура становится более однородной, значительно снижается пористость, а частицы наполнителя при этом выступают в качестве структурообразующих факторов – центров зародышеобразования сферолитов.

Проведенные исследования доказывают, что прессование ПТФЭ с применением ультразвуковых колебаний является активным технологическим

приемом, повышающим эффективность модификации структуры матрицы и оказывающим существенное влияние на процессы структурообразования в ней.

Список литературы:

1. Машков Ю.К., Кропотин О.В., Шилько С.В. Формирование структуры и свойств антифрикционных композитов модификацией политетрафторэтилена полидисперсными наполнителями // Материаловедение. 2015. № 1. С. 22-25.
2. Петрова П.Н., Охлопкова А.А., Федоров А.Л. Перспективность использования отработанных моторных масел для повышения износостойкости ПТФЭ // Трение и износ. 2015. Т. 36. № 1. С. 14–20.
3. Машков Ю. К., Еремин Е.Н., Негров Д.А. Влияние энергии ультразвуковых колебаний на структуру и свойства полимерных композиционных материалов // Материаловедение. 2013. №3. С 42 – 45.
4. Машков Ю. К., Кропотин О.В., Шилько С.В. и др. Самоорганизация и структурное модифицирование в металлополимерных трибосистемах// Омск, 2013. 232 с.
5. Negrov D. A., Eremin E. N. Manufacture of Slip Bearings from PTFE-Based Composite // ISSN 1068-798X, Russian Engineering Research, 2012, Vol. 32, No. 1, pp. 42–44. © Allerton Press, Inc., 2012. Original Russian Text © D.A. Negrov, E.N. Eremin, 2012, published in Vestnik Mashinostroeniya, 2012, No. 1, pp. 49–52. DOI: 10.3103/S1068798X12010212
6. Eremin E. N., Negrov D. A. Development of a technology for the fabrication of articles made of complex-modified polytetrafluoroethylene for dry friction assemblies // Chemical and Petroleum Engineering, Vol. 49, Nos. 9–10, January, 2014 (Russian Original Nos. 9–10, Sept.–Oct., 2013). DOI: 10.1007/s10556-014-9822-0
7. Negrov D. A., Eremin E. N. Effect of ultrasonic vibrations on changing the mechanical and tribological properties of polytetrafluoroethylene modified with boron nitride// Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics), 2014, 11-13 Nov. 2014, pp. 1 – 4, DOI: [10.1109/Dynamics.2014.7005686](https://doi.org/10.1109/Dynamics.2014.7005686)
8. Негров Д. А., Еремин Е. Н. Исследование влияния ультразвуковых колебаний на структуру и механические свойства полимерного композиционного материала // Омский научный вестник. 2011. № 2. С. 17 – 20.

© Путинцев В.Ю., Негров Д.А., Мулюкова А.Р.,
Закирова Д.Д., Букина Я.В., Клещенко В.Д., 2016

ГРАДАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОБЖИГА СИЛИКАТНОЙ КЕРАМИКИ

Савинкова Е.С., Каныгина О.Н.

*Оренбургский государственный университет,**г. Оренбург*

Оренбургская область обладает огромными запасами нерудных полезных ископаемых, глин. Полноценному использованию сырья и привлечению инвестиций препятствует высокая себестоимость керамических изделий, обусловленная слабой контролируемостью физических процессов синтеза.

В заявленной работе описан новый подход к разработке физических принципов модифицирования структуры керамической массы для получения широкого спектра структур кремнеземистой керамики в рамках импортозамещения: от пористых фильтров и теплоизоляторов до высокоплотных прочных изделий, используемых в литейном производстве.

В работе рассмотрены эффекты влияния градационного (ступенчатого) обжига на свойства керамики, сделана попытка управления процессами синтеза с помощью внешних параметров, в частности, изменения режимов обжига.

Образцы получены методом полусухого прессования из монтмориллонитовой нативной глины фракцией не более 640 мкм и воды ($ph = 7$) 1:1 в форме дисков размерами $d=21$ и $h=10$ мм. Сушка образцов производилась на воздухе 72 часа при 24°C, затем в муфеле 2 часа при 160°C, сушка второй партии проводилась в СВЧ печи в течении 40 минут.

Обжигали образцы в электропечи ПЛ 5/12.5 последовательно при температурах: 300, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200 °C. Выдержка при каждой температуре составляла 2 часа; скорость нагрева 30 К/мин. Образцы остывали вместе с печью.

Начало процесса спекания при температуре 900°C (при сушке в СВЧ) характеризуется интенсивной объемной усадкой (рисунок 1а) и минимальной потерей массы (рисунок 1б). таким образом при облучении глинистых образцов микроволнами в процессе обжига допустимо сократить температурный режим до 1000°C для снижения энергозатрат.

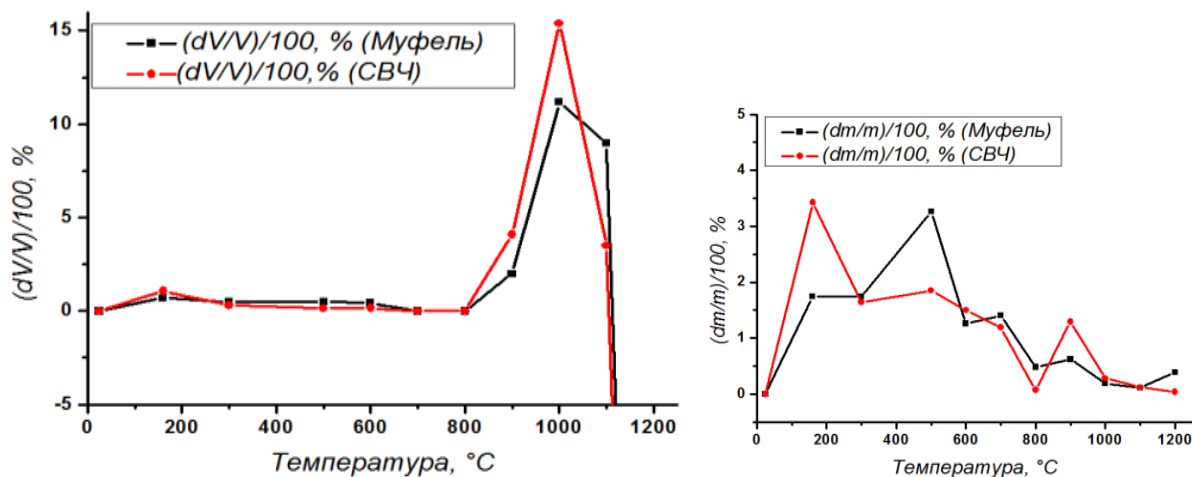


Рисунок 1 а) усадка (муфель / СВЧ), б) потеря массы (муфель / СВЧ).

Ступенчатый обжиг позволяет процессам, протекающим при спекании керамики, завершаться и способствует термодинамическому равновесию системы. Градационный режим обжига позволил увеличить температурный предел формирования структуры легкоплавкой красножгущейся глины без пережога с 950 °С до 1100 °С.

© Савинкова Е.С., Каныгина О.Н., 2016

УДК 547.458.88

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПЕКТИНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ С КАТИОНАМИ КОБАЛЬТА (II)

¹Сагитова А.Ф., ²Мударисова Р.Х., ¹Куковинец О.С.

¹*Башкирский государственный университет, г. Уфа*

²*Уфимский институт химии УНЦ РАН, г. Уфа*

В последнее время существенно возрос интерес к взаимодействию биомолекул с различными лекарственными препаратами. Выгодно отличаются в качестве полимера-носителя для лекарственных средств пектиновые полисахариды, которые широко распространены в растительном мире и обладают уникальными физиологическими свойствами и низкой токсичностью [1]. Наличие гидроксильных и карбоксильных групп в молекуле пектинов предопределяет очень важное их свойство – комплексообразование с различными органическими и неорганическими фармакофорами. При этом снижается токсичность, увеличивается промежуток действия лекарственного или общеукрепляющего средства, обеспечивается более эффективная их доставка к различным органам человека.

Целью данной работы являлось изучение взаимодействия модифицированного яблочного пектина с катионами двухвалентного кобальта. В качестве модифицирующих агентов были выбраны такие органические кислоты как никотиновая кислота (НК), 5-аминосалициловая кислота (5АСК), салициловая кислота (СК), антраниловая кислота (АК). В качестве неорганической компоненты выбран хлорид кобальта (II).

Образование комплексов пектин-фармакофор с кобальтом (II) подтверждали с помощью спектрофотометрических методов анализа. С использованием метода мольных отношений определен состав комплексов, который составил 1:2, т.е. на одну молекулу кобальта приходится 2 молекулы фармакофорсодержащего пектина. Оценены константы устойчивости комплексов на основе модифицированного пектина, которые возрастают в ряду: П-АК < П-СК < П-НК < П-5АСК. Следует отметить, что устойчивость продуктов реакции определяется, главным образом, структурой введенного лекарственного соединения. Фармакофоры, содержащие в своем составе азот, проявляют большее сродство к пектину.

При нескольких температурах (0, 25 и 60 °С) изучалось изменение оптической плотности растворов с постоянной общей концентрацией пектина/фармакофорсодержащего пектина при меняющейся концентрации хлорида кобальта.

Экспериментально найдено существенное различие в термодинамике комплексообразования металла с ФП в зависимости от структуры полисахаридной матрицы (таблица 1), что, в свою очередь, также можно связать с вкладом присутствующего в нем фармакофора. Видно, что процессы комплексообразования во всех случаях (кроме системы П- Co^{2+}) энтальпийно-энтропийно благоприятны ($\Delta H^\circ < 0$, $\Delta S^\circ > 0$).

Таблица 1.

Константы устойчивости и термодинамические характеристики металлокомплексов на основе пектина при трех различных температурах

Комплекс	T, К	$\beta_K \cdot 10^5$ л/моль	ΔH°_{298} , кДж/моль	ΔS°_{298} , Дж/моль·К	ΔG°_{298} , кДж/моль
П	273	2.0±0.1	-35.4	-13.2	-31.5
	298	0.7±0.1			
	333	0.2±0.1			
П-5АСК	273	8.5±0.2	-10.8	75.0	-33.4
	298	6.5±0.1			
	303	4.0±0.1			
П-СК	273	0.6±0.2	-1.0	93.2	-29.1
	298	2.6±0.1			
	333	0.14±0.1			
П-АК	273	0.6±0.1	-14.3	57.3	-31.6
	298	1.6±0.2			
	333	0.9±0.2			
П-НК	273	6.0±0.1	-4.7	14.1	-32.9
	298	5.1±0.2			
	333	4.5±0.2			

При помощи ИК-спектроскопии обнаружено, что во взаимодействии ФП с кобальтом (II) участвуют как кислородсодержащие функциональные группы основной цепи полисахарида, так и заместители у ароматического кольца введенной в биополимер органической низкомолекулярной компоненты.

Список литературы:

1. Алексеев Ю. Е., Гарновский А. Д., Жданов Ю. А. Комплексы природных углеводов с катионами металлов // Успехи химии. 1998. Т. 67. №8. С. 723-744.

© Сагитова А.Ф., Мударисова Р.Х., Куковинец О.С., 2016

СПОСОБ ОБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТНЫХ ЧАСТИЦ СЕРЫ ИЗ
ПОЛИСУЛЬФИДНЫХ РАСТВОРОВ СИНТЕЗИРОВАННЫХ
В ОРГАНИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Сарыева Х.Т., Хусаинов А.Н., Массалимов И.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

ГБУ РБ «Научно-исследовательский технологический институт гербицидов и регуляторов роста АН РБ», г. Уфа

Высокодисперсные частицы серы имеют перспективу применения в медицине и сельском хозяйстве и с этой целью развиваются различные методы их получения в виде препаративных форм. В литературе известны методы [1-4] получения высокодисперсных частиц серы, в том числе и в виде наночастиц в водной среде химическим осаждением из водных растворов полисульфидов щелочных и щелочноземельных металлов. Но в ряде случаев для целей практического применения в антигрибковых свойств серы необходимо применение неорганических полисульфидов в органических средах.

В работе использовались водные растворы полисульфидов кальция и калия, полученные согласно методу, приведенному в [1,2]

При прямой перегонки с целью максимального отгона воды были использованы высокие температуры свыше 100°C , в следствии которых происходит разрушение полисульфидов, с образованием коксообразной массы.

Использование более низких температур не позволяет отогнать воду в должном объеме. Применение ротормного испарителя позволяет отогнать воду в необходимом объеме и получить полисульфидный раствор в органической среде. Поэтому все дальнейшие опыты по замещению воды на органическую среду в полисульфидных растворах были проведены при использовании ротормного испарителя в условиях пониженного давления и температуре до 90°C . Полученные таким образом полисульфидные растворы кальция в среде глицерина и диэтиленгликоля представленные на рисунке 1, были в дальнейшем рассмотрены на способность получения наночастиц серы.



Рис.1 (А) полисульфид кальция полученный в среде диэтиленгликоля (ДЭГ),

(Б) полисульфид кальция полученный в среде глицерина,

(В) полисульфид кальция полученный в среде смеси глицерина и ДЭГ

Последующее измерения полученных частиц элементарной серы для всех образцов показало близкие значения лежащих в области до 1 микрона представленных рисунком 2

Размеры частиц были измерены в режиме реального времени с использованием лазерного анализатора Shimadzu SALD – 7101.

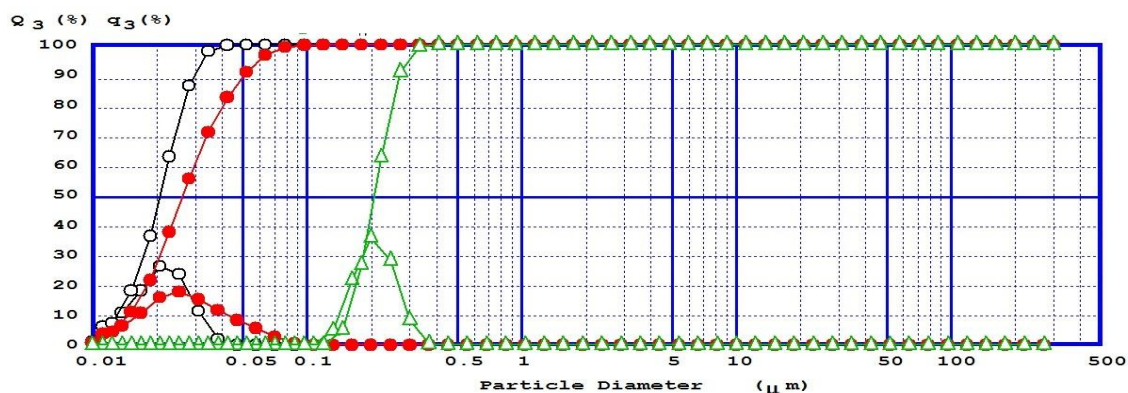


Рис. 2. Интегральные и дифференциальные распределения частиц серы, полученные из полисульфида кальция в водной среде и в диэтиленгликоле глицерине.: $\circ$ – кривая полисульфида кальция с ДЭГ; $\bullet$ - кривая полисульфида кальция с глицерином, $\triangle$ - кривая полисульфида кальция смеси глицерина и ДЭГ

Из графика приведенного на рис.2 видно, что при введении всех полисульфидов в водную среду они распадаются с образованием частиц серы в диапазоне от 10 нм до 100 нм независимо от типа органической среды. Использование смеси одновременно смеси двух добавок показало увеличение частиц до 500 нм. Наличие частиц менее 1 микрона во всех случаях указывает на возможно единый механизм образования частиц серы из неорганических полисульфидов в органических средах при введении их в водную среду. Полученные результаты, могут служить основой создания эффективных препаративных форм на основе высокодисперсных частиц серы для сельского хозяйства и медицины, предназначенных для борьбы с патогенными грибами и создания стимуляторов роста растений.

Список литературы:

1. Массалимов И.А., Хусаинов А.Н., Абдракипова Л.Ф., Мустафин А.Г. Выделение наночастиц серы из растворов полисульфидов щелочных и щелочно-земельных металлов. // Журнал Нанотехника. 2009, № 2, С. 32 – 38.
2. Massalimov I.A., Mustafin A.G., Shangareeva A.R., Khusaainov A.N., Zainitdinova R.M. Obtaining sulfur nanoparticles from sodium polysulfides aqueous solution // J. Chem. And Chem. Eng. – 2012. – 6. - 233.
3. Массалимов И.А., Шайнурова А.Р., Хусаинов А.Н., Мустафин А.Г. Получение наночастиц серы из водного раствора полисульфида калия. // Журнал прикладной химии. 2012. Т.85. №11. с.1944-1949.

4. Массалимов И.А., Хусаинов А.Н., Зайнитдинова Р.М., Мусавирова Л.Р., Зарипова Л.Р., Мустафин А.Г. Химическое осаждение наночастиц серы из водных растворов. // Журнал прикладной химии. 2014. Т.87. №6. с.705 -713.

© Сарыева Х.Т., Хусаинов А.Н., Массалимов И.А., 2016

УДК 691.5

СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ МИКРОАРМИРОВАННОГО НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ВЯЖУЩЕГО

Строкова В.В.¹, Сивальнева М.Н.¹, Нецвет Д.Д.¹, Кобзев В.А.^{1,2}

¹*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород*

²*Тамбовский государственный технический университет,
г. Тамбов*

Наноструктурированными называются вяжущие, содержащие прото¹- и (или) сингенетические² наносистемы, приводящие к формированию эпигенетических³ наносистем, которые обеспечивают прочностные свойства материалов в твердом состоянии [1]. К данному определению подходит вяжущее вещество, одноименного названия – наноструктурированные вяжущие (НВ), разработанные коллективом ИНО и ОПЦ НКМ БГТУ им. В.Г. Шухова.

Сырьем для его получения служат силикатные и алюмосиликатные породы. Наиболее изученным и устоявшимся является наноструктурированное вяжущее на основе кварцевого песка, который представляет собой продукт процессов выветривания кислых магматогенно-интрузивных пород с весьма выдержанным фазовым и химическим составом. Среди алюмосиликатных пород, с содержанием кварца не менее 40 %, можно выделить представителей полной кристаллической структуры – гранит, и скрытокристаллической – перлит [2]. Технология получения вяжущего заключается в постадийном помоле сырья по мокрому способу с последующей модификацией [3]. НВ применяется в качестве основного вяжущего компонента в технологии получения ячеистых бетонов. Дисперсное армирование данных композитов позволяет повысить их технико-эксплуатационные характеристики и оптимизировать процесс структурообразования. В связи с этим особый интерес представляет изучение влияния фибры на силикатную систему, их взаимодействие и воздействие на структурообразующие и другие процессы как в вяжущем, так и в материалах на его основе. В качестве примера рассмотрено

¹ Протогенетические наносистемы – наносистемы, которые возникли независимо от конкретного вяжущего и до момента его производства, а затем введены в него в качестве инкапсулированного компонента (ультрадисперсный кремнезем, углеродные трубки и т.д.).

² Сингенетические наносистемы – наносистемы, образующиеся одновременно в процессе получения материалов (механохимическая диспергация).

³ Эпигенетические наносистемы – наносистемы, формирующиеся после образования вяжущего, т.е. в процессе его твердения, и обеспечивающие возникновение прочностных свойств материала.

НВ на основе кварцевого песка.

Ранее установлено, что использование армирующих добавок интенсифицирует процесс сушки, сокращая её общую продолжительность [4]. В первую очередь, это может быть связано с кластеризацией системы, центрированной волокном. Для определения принципа действия фибрового волокна на систему наноструктурированного вяжущего проведен сравнительный анализ с классической цементной системой.

Неоднократно отмечалось, что дисперсные армирующие добавки в цементных системах положительно влияют на раннее структурообразование, повышая пластическую прочность в ранний период [5, 6], а, следовательно, сокращают длительность всего процесса твердения. Волокна фибры формируют волокнисто-минеральный каркас, в ячейках которого создаются застойные зоны воды [7, 8].

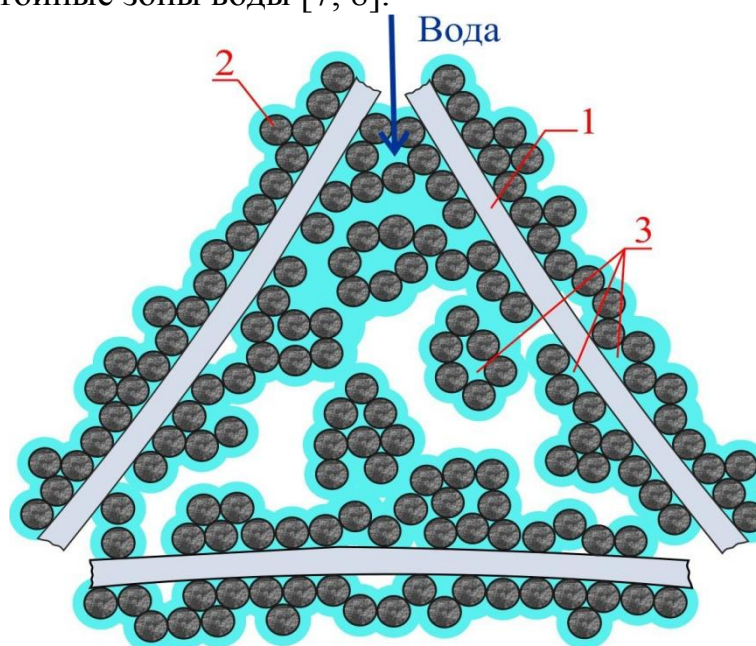


Рисунок 1 – Модель микроармированной системы на основе цемента: 1 – фиброволокно;

2 – цемент; 3 – наноразмерные интерстиции

При этом между частицами самого цемента, адсорбированного на волокне, образуются наноразмерные интерстиции, т.е. пустоты или пространство, размеры которого находятся в наномасштабном диапазоне. Они заполняются водной средой из данных контактных зон. Водная составляющая удерживается путем активного химического взаимодействия с клинкерными минералами (рисунок 1), вызванного протеканием начальных процессов кристаллизации гидратных новообразований.

В результате в данных зонах формируются зародыши, по мере накопления которых образуются пространственные коагуляционные структуры. Таким образом, дисперсные волокна выполняют стимулирующую функцию при структурообразовании композитов. На ранней стадии ускоряются коагуляционные, а в последующем и кристаллизационные процессы в матрице материала.

В силикатной системе наноструктурированного вяжущего в присутствии армирующей добавки процесс сушки осуществляется следующим образом. НВ представляет собой полидисперсные частицы кремнезема, равномерно распределенные в дисперсионной среде, состоящей из воды и рентгеноаморфной кремнекислоты. Механизм твердения НВ силикатного

состава – поликонденсационно-кристаллизационного типа, обусловленный удалением воды и кристаллизацией кварца [9].

Процессы структурообразования и дальнейшего твердения основаны на образовании перколяционных кластеров, характеризующихся протеканием водной фазы через неподвижные конгломераты частиц вяжущего вещества с созданием непрерывной сетки каналов. При введении фибры также происходит формирование перколяционных кластеров, но иной структуры, организованной фиброволокнами и адсорбированными на её поверхности частицами вяжущего (рисунок 2).

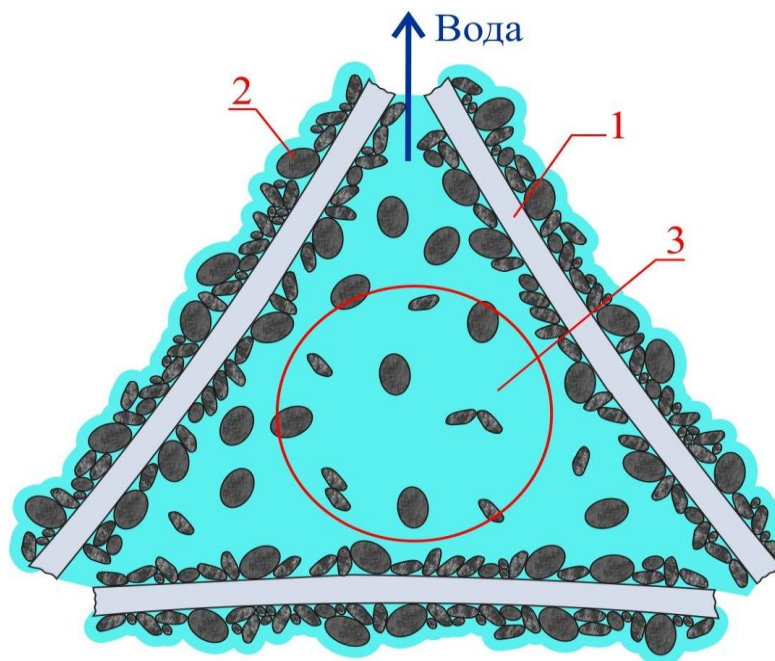


Рисунок 2 – Модель микроармированной системы на основе НВ: 1 – фиброволокно; 2 – частицы кварца; 3 – микроразмерные интерстиции

В виду протяженности, фиброволокна переплетаются между собой и образуют микроразмерные интерстиции (пустоты), заполненные водной средой с низкой концентрацией кремнеземистого компонента. При этом химическая связь минеральных частиц вяжущего и водной составляющей отсутствует.

В результате, микроармированные смеси НВ – перколяционные структуры с микроканалами протекания воды (большими, чем в цементных системах), через которые происходит активное удаление влаги. Это и объясняет сокращение времени сушки микроармированного силикатного наноструктурированного вяжущего и материалов на его основе.

Так же можно выделить функциональную роль воды для каждой из систем. В цементных системах роль водной составляющей условно складывается из двух частей:

- технологической, т.е. вода является необходимым компонентом для обеспечения технологических параметров, таких как подвижность, удобоукладываемость, распределение растворимых веществ и др.;
- фазообразующей, т.к. часть воды необходима для проведения процессов фазо- и структурообразования цементной системы в ходе гидратации клинкерных минералов.

В наноструктурированном вяжущем вода имеет лишь технологическую роль, начиная от её участия в процессе помола при образовании аморфной составляющей и заканчивая обеспечением необходимой подвижности, текучести и т.д.

Таким образом, применение фибры приводит к интенсификации процессов структурообразования наноструктурированного вяжущего на начальном этапе, что сокращает продолжительность всего периода твердения материалов. Выявлены отличия в принципах структурирования вяжущих: в микроармированных цементных системах скопившаяся вода имеет химическое взаимодействие с клинкерными минералами и заполняет образованные частицами наноразмерные интерстиции. Водная составляющая является необходимым компонентом для протекания гидратационных процессов. В системе микроармированного наноструктурированного вяжущего вода заполняет микроразмерные интерстиции, сформированные волокнами фибры, и не участвует в химических процессах. Происходит интенсивное удаление влаги с локальных участков и каналов водной среды. Данная модель микроармирования НВ может быть распространена и на вяжущее, полученное на основе других видов силикатного и алюмосиликатного сырья (гранит, перлит).

Работа выполнена в рамках реализации Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова.

Список литературы:

1. Череватова А.В., Строкова В.В., Жерновский И.В. Минеральные наноструктурированные вяжущие. Природа, технология и перспективы применения: монография. Белгород: изд-во БГТУ, 2010. 161 с.
2. Нелюбова В.В., Кобзев В.А., Сивальнева М.Н., Подгорный И.И., Пальшина Ю.В. Особенности наноструктурированного вяжущего в зависимости от генезиса сырья // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 2. С. 25–28.
3. Шаповалов Н.А., Строкова В.В., Череватова А.В. Оптимизация структуры наносистем на примере ВКВС // Строительные материалы. 2006. № 9. С. 12–13.
4. Строкова В.В., Павленко Н.В., Капуста М.Н. Принципы получения ячеистых фибробетонов с применением наноструктурированного вяжущего // Academia. Архитектура и строительство, 2013. №3. С. 114–117.
5. Моргун Л.В. К вопросу о закономерностях формирования структуры бетонов при дисперсном армировании их волокнами // Известия ВУЗов. Строительство. 2003. №8. С.58–62.
6. Моргун Л.В. Анализ закономерностей формирования оптимальных структур дисперсно армированных бетонов // Известия ВУЗов: Строительство. 2003. №8. С. 58–62.
7. Парфенова Л.М., Качан М.С. Физико-механические свойства бетонов с полиакрилонитрильными волокнами // Вестник Полоцкого государственного университета. 2011. № 16. С. 84–89.

8. Берней И.И., Колбасов В.Н. Технология асбестоцементных изделий. М.: Стройиздат, 1985. 398 с.

9. Строкова В.В., Сивальнева М.Н., Жерновский И.В., Кобзев В.А., Нелюбова В.В. Особенности механизма твердения наноструктурированного вяжущего // Строительные материалы. 2016. № 1–2. С. 62–65.

© Строкова В.В., Сивальнева М.Н., Нецвет Д.Д., Кобзев В.А., 2016

УДК 537.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА СТРУКТУРУ ОБРАЗОВАНИЯ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

Файзуллина С.С.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Действие электрических полей на структуру образования жидких кристаллов обусловлено энергетическими причинами.

Плотность свободной энергии, связанная с влиянием электрического поля на жидкие кристаллы, записывается следующим образом:

$$F_E = -\frac{1}{8\pi} \varepsilon_{\perp} E^2 - \frac{1}{8\pi} \Delta\varepsilon$$

где $\Delta\varepsilon = \varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp}$ - диэлектрическая анизотропия.

Рассматривая член, зависящей от взаимной ориентации директора и электрического поля, получим, что для жидких кристаллов с положительной диэлектрической анизотропией энергетически выгодной является такая ориентация, при которой директор направлен по полю. Для жидких кристаллов с отрицательной диэлектрической анизотропией выгодна ориентация, когда директор перпендикулярен направлению электрического поля. Ориентационное влияние электрического поля осложняется электропроводностью жидких кристаллов. Последняя также анизотропна и поэтому может вызвать движение вещества и перераспределение электрических полей. Всё это существенно искажает ориентацию директора и является причиной целого ряда новых эффектов [1].

Взаимодействие внешнего электрического поля со средой жидких кристаллов включает два различных процесса. Один связан с анизотропией диэлектрической проницаемости: она приводит к изменению конформаций молекул ЖК, в частности к искажению. Второй эффект: в деформированных жидких кристаллах может проявиться и диэлектрическая поляризация.

Величина статистической диэлектрической проницаемости, измененные вдоль ($\varepsilon_{\parallel}$) или поперек ($\varepsilon_{\perp}$) оси жидкого кристалла, различны. Направление электрического поля $\mathbf{E}$ соотношение между электрической индукцией $\mathbf{D}$ и полем имеет вид:

$$\mathbf{D} = \varepsilon_{\perp} \mathbf{E} + (\varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp})(\mathbf{n} \cdot \mathbf{E})\mathbf{n}.$$

$2\Delta\varepsilon = \varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp}$ - диэлектрическая анизотропия, может быть положительной или отрицательной в зависимости от особенностей химической структуры молекул, составляющих жидкий кристалл:

1. Если каждая молекула обладает постоянным дипольным моментом, параллельным (или почти параллельным) ее продольной оси, электрическое поле $\mathbf{E}$ может эффективно ориентировать диполь вдоль оси ЖК. Но полная $\mathbf{E}$ перпендикулярно $\mathbf{n}$ действует очень слабо. В этом случае $\varepsilon_{\parallel} > \varepsilon_{\perp}$.

2. Если имеется постоянный дипольный момент, который более или менее перпендикулярен длинной оси, то ситуация будет обратной и $\varepsilon_{\parallel} < \varepsilon_{\perp}$.

Диэлектрическая анизотропия дает возможность ориентировать жидкий кристалл электрическим полем.

В некоторых твердых телах напряжение вызывает поляризацию $\mathbf{P}$. Источником напряжения может служить внешнее давление. Следовательно, эффект называется пьезоэлектрическим. В жидких кристаллах поляризацию может создать продольный или поперечный изгиб (flexure), поэтому известно оно как «флексоэлектричество». Флексоэлектрический эффект в жидких кристаллах, как известно, возникает вследствие линейной связи ориентационной деформации директора $\mathbf{n}$ и электрической поляризации $\mathbf{P}$. В планарных слоях НЖК флексоэлектрическая неустойчивость проявляется как статическая пространственно-периодическая деформация поля директора $\mathbf{n}$, наблюдаемая в виде доменной структуры, так что доменные линии параллельны исходному направлению директора.

В холестерических ЖК и в закрученных НЖК также наблюдается флексоэлектрическая неустойчивость, которая обладает целым рядом особенностей по сравнению с планарными слоями, что связано с влиянием неоднородности распределения поля директора [2].

Рассмотрим структурно-фазовые превращения в ЖК-ячейке. Порог образования U_c продольных доменов не зависит от полярности приложенного напряжения и толщины ЖК-ячейки и равен $U_c = 2,4\text{V}$, а период доменной структуры возрастает линейно с увеличением толщины ЖК-слоя $\lambda/d = 2,5 \pm 0,1$. Наблюдение за примесными частицами показало, что в пороге образования флексоэлектрической неустойчивости частицы остаются неподвижными, что указывает на стационарный характер деформации директора. С увеличением напряжения до $U \approx 2,74\text{V}$ примесные частицы начинают вращаться в направлении перпендикулярном оси продольных доменов. Это свидетельствует о возникновении гидродинамического потока внутри флексоэлектрических доменов.

Чтобы описать физический эффект, количественно, сконструируем наиболее общий вид поляризации $\mathbf{P}_d$, которая индуцируется небольшим искажением. Пусть, $\mathbf{P}_d$ пропорционален пространственным производным первого порядка директора $\mathbf{n}$. Высшие производные будут меньше в соответствии с отношением a/l и пренебрежимо малы в континуальном пределе. Далее, $\mathbf{P}_d$ должно быть четной функцией $\mathbf{n}$, поскольку, как уже неоднократно указывалось, состояния $\mathbf{n}$ и $-\mathbf{n}$ эквивалентны. Наконец, $\mathbf{P}_d$ должно преобразовываться как вектор. Наиболее общий вид $\mathbf{P}_d$, удовлетворяющий этим требованиям, есть:

$$\mathbf{P}_d = e_1 \mathbf{n}(\text{div } \mathbf{n}) + e_3 (\text{rot } \mathbf{n}) \times \mathbf{n}.$$

Сюда входят два коэффициента e_1 и e_3 с размером электрического потенциала и произвольным знаком. Мы назовем их флексоэлектрическими коэффициентами. У молекул, которые асимметричны по форме и обладают большим электрическим дипольным моментом μ_e , флексоэлектрические коэффициенты могут достигать значений порядка μ_e/a^2 , где a — характерный молекулярный размер. Во всех других случаях, и в частности, если молекулы не имеют постоянного момента e_1 и e_3 будут меньше.

В принципе e_1 и e_3 можно найти из экспериментов двух типов:

1) Измеряя поляризацию (или поверхностные заряды), индуцируемую заданным искажением.

2) Используя обратный эффект. Если электрическое поле E приложено к монокристаллу ЖК, упорядочение может исказиться, поскольку соответствующее искажение может создать поляризацию P_d , параллельную E . Принцип прост. Образец ограничен двумя параллельными стеклянными пластинами, обработанными лецитином для получения гомеотропной текстуры. Но для предлагаемой интерпретации эксперимента необходимо, чтобы граничные условия не соответствовали сильному нормальному сцеплению: угол между молекулами и поверхностью не должен быть фиксирован. Электрическое поле приложено в плоскости слоя. Однако на практике наблюдается искажение. Такое искажение является естественным следствием флексоэлектрического эффекта, если предположить, что на обеих граничных поверхностях имеет место слабое сцепление [3].

Основные выводы:

1. Действие электрических полей на структуру образования жидких кристаллов обусловлено энергетическими причинами.

2. Первой неустойчивостью, возникающей в планарном слое НЖК МББА в постоянном электрическом поле, является флексоэлектрическая, которая приводит к формированию системы продольных доменов. Образование продольных флексоэлектрических доменов обусловлено, прежде всего, наличием двойного электрического слоя вблизи электродов ЖК-ячейки.

Список литературы:

1. Кондратьев Д.В. Ориентационные эффекты в нематических жидких кристаллах со stripe-подложкой /Д.В. Кондратьев, Н.Г. Мигранов// Материалы XVI Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным системам (ВМСППС'2009), 25-31 мая 2009 г., Алушта. – М.: МАИ ПРИНТ. - 2009. – С.405-408.

2. P.G. de Gennes, The physics of liquid crystals., Clarendon Press, Oxford. - 1974. – P. 114.

3. Johnson J., Porter R., Orsay liquid crystal group // Liquid crystals and ordered fluids, eds: Plenum Press, New York. - 1970. - P. 195.

РАЗРАБОТКА РЕГИОСЕЛЕКТИВНОГО МЕТОДА СИНТЕЗА
«ЗЕЛЕННЫХ» ПОВЕРХНОСТНО АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
НА ОСНОВЕ САХАРОЗЫ

¹Файзуллина С.С., ¹Куковинец О.С., ²Власова Л.И., ²Докичев В.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Уфимский Институт химии РАН, г. Уфа

Эфиры сахарозы и жирных кислот представляют интерес в качестве неионогенных поверхностно активных веществ, которые обладают соллюбилизационными и пеностабилизирующими свойствами [1]. Они находят применение для стабилизации активной формы моноглицеридов в нефтегазовой промышленности и являются эффективными эмульгаторами для системы масло в воде. Поэтому синтез моно- и диэфиров сахарозы высших жирных кислот является актуальной проблемой и поиск оптимальных условий представляет несомненный практический интерес.

В настоящей работе представлен метод получения моно- и диэфиров сахарозы, основанный на реакции переэтирификации незащищенной сахарозы с метиловыми эфирами насыщенных жирных кислот (пальметиновой и стеариновой) в мольной соотношении 3:1 под действием катализаторов (Li_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 , Cs_2CO_3) в среде диметилформамида. Выхода моно- и диэфиров сахарозы представлены в таблице 1 и 2.

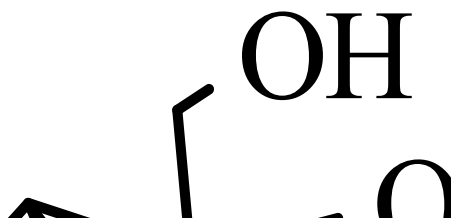


Таблица 1

Влияние различных катализаторов на взаимодействие сахарозы с метилпальмитатом (мольное соотношение сахара : метилпальмитат : катализатор = 3 : 1 : 0.2, ДМФА, 100 °С, 3 ч)

Катализатор	Li_2CO_3	Na_2CO_3	K_2CO_3	Cs_2CO_3
Продукт реакции				
Моноэфир, 3a и 4a %	2	6.3	5.7	15.4
Диэфир, 5a , %	1.5	10.9	6.5	9.3

Таблица 2

Влияние различных катализаторов на взаимодействие сахарозы с метилстеаратом (мольное соотношение сахара : метилстеарат : катализатор = 3 : 1 : 0.2, ДМФА, 100 °С, 3 ч)

Катализатор \ Продукт реакции	Li_2CO_3	Na_2CO_3	K_2CO_3	Cs_2CO_3
Моноэфир, 3b и 4b %	2	9.5	14.3	18
Диэфир, 5b , %	2.3	16.4	8.6	9.5

При анализе полученных данных (суммарный выход моно- и диэфиров сахарозы с жирными кислотами) можно сделать вывод, что наименьшую каталитическую активность в обеих реакциях проявили Li_2CO_3 . В случае Na_2CO_3 в обеих реакциях выход соответствующих диэфиров сахарозы в 1,5-2 раза выше, чем образование моноэфиров сахарозы, а катализатор Cs_2CO_3 повышает выход образующихся моноэфиров сахарозы в 2 раза.

Список литературы:

1. Polat T. and Linhardt R. J. Syntheses and Applications of Sucrose-Based Esters. // Journal of Surfactants and Detergents – 2001. – Vol.4. – No. 4. – P.415 - 421.

© Файзуллина С. С., Куковинец О.С., Власова Л.И., Докичев В.А., 2016

УДК 666.3

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ КОРУНДОВОЙ КЕРАМИКИ

Федоров Э.А., Халиков Р.М., Фархутдинов Д.Ф.

Бакирский государственный университет, г. Уфа

Корундовая керамика среди композиционных материалов получила наиболее широкое распространение благодаря уникальному сочетанию технологических свойств: механическая прочность, твердость, износостойкость, огнеупорность, химическая стойкость и т.п. Основным недостатком материалов на базе корунда является неравномерная микроструктура за счет присутствия стеклофазы, что снижает механические характеристики. В этой связи является актуальной разработка новых корундовых материалов за счет усовершенствования технологии использования компонентов, снижающие температуру спекания и усиливающие стабильность структуры.

Данная работа нацелена на разработку прочных корундовых керамических материалов на основе Al_2O_3 , спекающихся до практически беспористого

состояния микроструктуры за счет использования небольших количеств модифицирующих добавок.

Исходными материалами в технологии корундовой керамики являются порошки оксида алюминия, получаемые различными способами. Все эти виды технической корундовой керамики отличаются составом и содержанием вводимых добавок. Стремление реализовать в корундовой керамике максимально возможные значения тех или иных эксплуатационных характеристик вызывает разработку многочисленных видов корундовой керамики. Технология различных видов корундовой керамики может существенно отличаться: используются как достаточно традиционные керамические технологии с применением природного сырья, так и инновационные технологические методы [1].

Ключевое влияние на технологические свойства композиций на основе оксида алюминия для производства изделий из наноструктурированной композиционной керамики влияют следующие факторы: удельная поверхность корунда или глинозема; степень уплотнения формовочной массы, скорости подъема температуры при отверждении, а также конечная температура термообработки. Метастабильные фазы оксида алюминия при высоких температурах превращаются в стабильную фазу $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ корунда [2]. Сложнейшие процессы образования твердофазных наноструктур получения безобжиговых композитов на базе оксида алюминия адекватно интерпретируются фрактальной парадигмой [3]. Для придания композиции устойчивости к атмосферному воздействию необходима термообработка в температурном интервале 700-800°C.

Повышенная прочность корундовых композитов может быть достигнута добавлением в исходный раствор порошка $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, микрочастицы которого служат центрами роста зерен. Однако микрочастицы размером 20 мкм, несмотря на высокий модуль упругости, имели недостаточную прочность и потому были малопригодны для использования в качестве армирующего компонента нанокомпозитов. Это связано, вероятно, с достаточно большим размером зерен $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ – 0,5 мкм (рис.1).

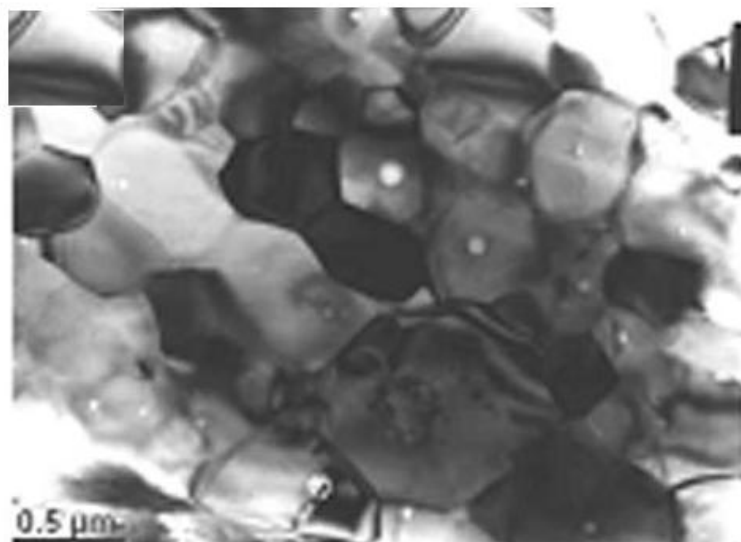


Рис.1. Микроструктура корундовой керамики, полученная электронной микроскопией, на котором видны корундовые зерна $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ размером 0,5 мкм

Технологически представляют интерес добавки с тремя и более компонентами, каждый из которых выполняет определенную функциональную задачу (обеспечение минимальной температуры плавления, улучшение микроструктуры, повышение механических характеристик). В нанокompозитах керамических материалах движение дислокаций и зернограницное проскальзывание затруднены. Использование нанодобавок позволяет при температуре спекания 1450°C получать керамику практически с нулевой открытой пористостью и прочностью на уровне 370–420 МПа.

Спекание корундовой керамики в большинстве случаев является твердофазным, а температура спекания зависит от дисперсности и активности исходных порошков, условий спекания, вида и количества добавок. Добавка TiO_2 [4] снижает температуру спекания корунда до $1500\text{--}1550^\circ\text{C}$. Ряд добавок задерживает рост кристаллов корунда: например, при введении в шихту 0,5–1% MgO размер кристаллов спеченной керамики не превышает 2–10 мкм.

Сформировавшиеся микроструктуры керамического материала, представлены стекломассой и кристаллическими фазами корунда, которые цементируют остальную массу частиц изделия. Аморфная фаза вяжущей части представлена в микроструктуре легкоплавкими компонентами, которые не успели выкристаллизоваться при заданной скорости остывания.

Корундовые огнеупоры изготавливают из порошков электрокорунда и технического глинозема, формуют разными способами и обжигают при $1600\text{--}1750^\circ\text{C}$. Безобжиговые огнеупоры – изделия из корундовых материалов и химической связки, приобретают требуемые свойства при нагреве $< 400^\circ\text{C}$ (после нагрева изделий от 400 до 1000°C их называют термообработанными). Применение в безобжиговой технологии фосфатных вяжущих дает

возможность формирования прочной структуры при более низких температурах 250-300°C.

Микроструктура корундовой керамики определяется строением исходного порошка, видом модифицирующей добавки, а также режимом обжига. Вследствие наличие дефектов микроструктура метастабильна и в процессе эксплуатации, особенно при высоких температурах может претерпевать изменения. В поликристаллической керамике существуют межфазные границы. При спекании или эксплуатации при повышенных температурах происходит увеличение размеров кристаллов. Микроструктура корундовых материалов должна обладать устойчивостью прочностных характеристик при длительном нагревании.

Таким образом, установлено, что прочность корундовой керамики можно повысить за счет введения незначительных количеств добавок с низким значением поверхностного натяжения, оказывающих существенное влияние на формирование межкристаллических границ микроструктуры.

Список литературы:

1. Лукин Е.С. Современная высокоплотная оксидная керамика с регулируемой микроструктурой. Часть 2. Обоснование принципов выбора добавок, влияющих на степень спекания оксидной керамики // Огнеупоры и техническая керамика. 1996. №4. С.2-13.
2. Непочатов Ю.К., Маликова Е.В., Плетнев П.М., Богаев А.А. Влияние комплексных добавок на спекание и броневые свойства корундовой керамики // Огнеупоры и техническая керамика. 2013. №10. С.15-19.
3. Халиков Р.М., Шаяхметов А.К., Хайдаршин Э.А., Куланбаева З.М. Фрактальная интерпретация структурообразования корундовой безобжиговой нанокерамики // Материалы I Междунар. конф. «Новые технологии в материаловедении». – Уфа: РИЦ БашГУ, 2015. С. 286-289.
4. Gberman D., Sohn Y.H., Shaw L. et al Microstructure development of Al_2O_3 –13wt% TiO_2 plasma sprayed coating derived from nanocrystalline powders // Acta. Material. 2002. V.50. P.1141–1151.

© Федоров Э.А., Халиков Р.М., Фархутдинов Д.Ф., 2016

УДК 666.76

ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БЕЗОБЖИГОВОЙ ПЕНОКЕРАМИКИ НА БАЗЕ ДОСТУПНЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ

Халиков Э.Д., Ахметшина Г.Г., Халиков Р.М.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Среди инновационных строительных материалов выделяется пенокерамика, имеющая пеноячеистую структуру, что дает ему некоторые преимущества по сравнению с другими аналогами. По структуре пенокерамика состоит из

пузырьков воздуха, которые окружены тонкими оболочками твердой фазы, в свою очередь образующими трехмерный каркас.

Пенокерамика эффективно применяется в качестве теплоизоляционного материала благодаря низкой теплопроводности и высокой термостойкости. Одним из инновационных направлений повышения качества строительной керамики является снижение плотности за счет создания высокопористой микроструктуры керамики [1]. Увеличение производства пористых теплоизоляционных и расширение номенклатуры изделий на основе минерального сырья Башкортостана остается актуальной задачей.

Цель данной работы – обобщение результатов технологических разработок изготовления высокопористой керамики из алюмосиликатных компонентов.

Производство теплоизоляционных пенокерамических изделий плотностью менее 800 кг/м^3 из местного глинистого сырья, несмотря на их высокие теплозащитные характеристики, не получило должного распространения. Одной из причин заключается в отсутствии эффективной технологии поризации керамической массы и соответствующего оборудования. Традиционно высокопористая пенокерамика ячеистой структуры изготавливается вспениванием суспензии на основе тонкомолотого керамического сырья, последующим закреплением пеноструктуры сушкой и обжигом [2].

Наиболее высокими теплоизоляционными свойствами в сочетании с наибольшей механической прочностью обладают материалы, содержащие при всех прочих равных условиях большое количество мелких и замкнутых пор, заполненных газом (обычно воздухом). Использование дешёвого местного сырья (легкоплавких глин, алюмосиликатов, перлитов т.п.) и техногенных отходов (стеклобоя, шлаков и др.), делает пенокерамику востребованным материалом для импортозамещения.

В качестве исходных компонентов пенокерамики были подобраны: пирофиллит, масс. % ($50 \div 88\%$) месторождения Куль-Юрт-Тау Баймакского района Башкортостана и глины ($11 \div 49\%$) из месторождения Алексеевское Уфимского района. Разработана технологическая линия для изготовления пенокерамических изделий, которая представлена на рис. 1. Концентрат пирофиллитового сырья в необходимых количествах транспортируют на вход участка 1. На площадке участка 1 с помощью мельниц 4 осуществляют сухой помол компонентов шихты в щековой дробилке до фракции 50–10 мм.

Затем на шаровых мельницах 5 выполняют тонкий сухой и далее мокрый помол пирофиллита до фракции размерами не менее 10 мкм. Одновременно на вход участка 1 подают глину, обладающую сравнительно низкой температурой обжига, при которой происходит формирование в матрице стеклофазы: оборудование 6 обеспечивает формирование глинистой суспензии заданной однородности, плотности и влажности. Подготовленные компоненты шихты через дозаторы 7 поступают на вход в устройство 8 для смешивания ингредиентов. Одновременно из накопительной емкости 9 через дозатор осуществляется подача в шихту 0,5 масс. % добавки карбида титана (порообразователя) дисперсностью 10–20 мкм.

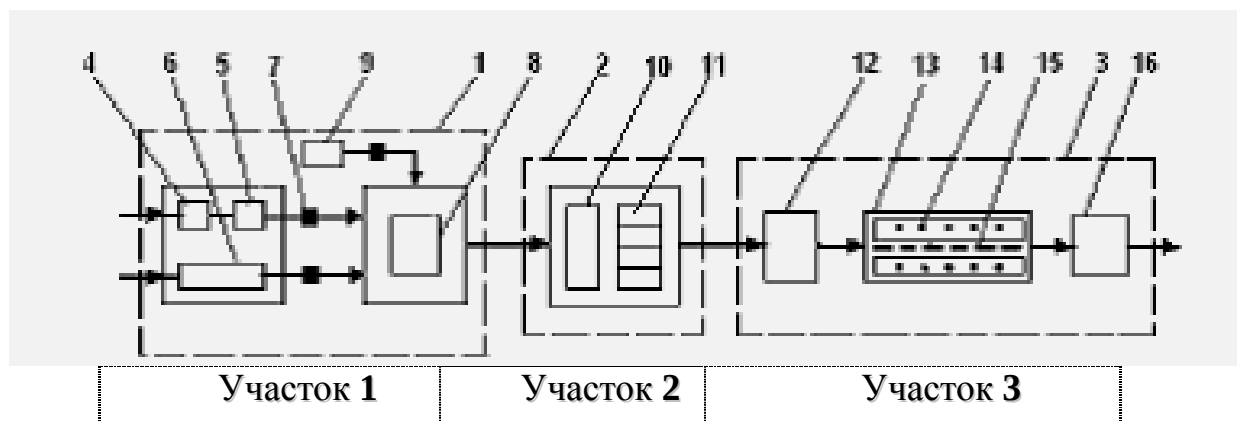


Рис. 1. Технологическая схема для изготовления изделий из алюмосиликатной пенокерамики

Гомогенная шихта дальше поступает посредством транспортирующего устройства на вход участка 2 для формовки полуфабрикатов изделий. При этом оборудование 10 (прессы, экструдеры и др.) обеспечивают заполнение и уплотнение керамических коробов 11. Затем полуфабрикаты транспортируют на участок 3 – сначала в устройство для сушки 12, а затем в туннельную печь 13 с рабочей температурой 1150°C , после чего – для отжига выходящих из печи изделий 15 на вход леера 16.

Основной результат, который может быть получен в результате осуществления данной технологии, состоит в создании непрерывного технологического цикла изготовления пенокерамических материалов толщиной до 200 мм с равномерно замкнутой мелкопористой структурой по всему объему материала и улучшении качества изделий. Готовые изделия из алюмосиликатной пенокерамики имеют следующие технические характеристики: предел прочности при сжатии не менее 3,4 МПа, термостойкость (200°C) не менее 50 циклов, температура применения от -45°C до $+70^{\circ}\text{C}$. Керамические пеноматериалы имеют плотность 450 кг/м^3 , характеризуются низкой теплопроводностью ($0,3 \text{ Вт/м}\cdot^{\circ}\text{C}$).

Теплоизоляционные изделия по данной технологии могут быть изготовлены в виде прямоугольных блоков (рис. 2), пластин цилиндрической или иной формы для возведения зданий и сооружений, при использовании в качестве эффективной теплоизоляции теплотрасс и др. Пенокерамические теплоизоляционные материалы обладают наибольшей стабильностью востребованных характеристик во времени: био- и коррозионностойки, долговечны, негораемы и т. п.



Рис. 2. Пенокерамические блоки из алюмосиликатов

Многофазная структура пенокерамики формируется за счет: наполненных воздухом «микроячеек»; аморфной фазы безобжиговой связки и фрактальных кластеров кристаллической фазы тугоплавких наполнителей [3]. Пористая нанокерамика имеет фрактальную структуру [4]: т.е. обладает характерными признаками – самоподобием, масштабной инвариантностью и т.п. Твердофазные фрактальные материалы, сформированные в неравновесных условиях, приобретают ряд ценных технологических характеристик: повышенную удельную прочность, низкую теплопроводность [5] и др.

Таким образом, разработана технологическая линия производства изделий из высокопористой пенокерамики на базе алюмосиликатных минералов: пирофиллита и легкоплавких местных глин.

Список литературы:

1. Шаяхметов У.Ш., Фахретдинов И.А., Чудинов В.В., Халиков Р.М. и др. Высокопористая наноструктурированная пенокерамика. Свойства. Методы исследования. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2015. - 164 с.
2. Luyten J., Mullens S., Cooymans J. et. al. Different methods to synthesize ceramic foams // J. Eur. Ceram. Soc. 2009. V. 29. N. 5. P. 829-832.
3. Иванова В.С., Баланкин А.С., Бунин И.Ж., Оксогоев А.А. Синергетика и фракталы в материаловедении. – М.: Наука, 1994. - 384 с.
4. Халиков Р.М., Шаяхметов А.К., Хайдаршин Э.А., Куланбаева З.М. Фрактальная интерпретация структурообразования корундовой безобжиговой нанокерамики // Материалы I Междунар. конф. «Новые технологии в материаловедении». – Уфа: РИЦ БашГУ, 2015. С. 286-289.
5. Бобров Ю. Л., Овчаренко Е. Г., Шойхет Б. М., Петухова Е.Ю. Теплоизоляционные материалы и конструкции. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 268 с.

© Халиков Э.Д., Ахметшина Г.Г., Халиков Р.М., 2016

ДЕФОРМАЦИЯ СИНДИОТАКТИЧЕСКОГО 1,2-ПОЛИБУТАДИЕНА В СОСТОЯНИИ «МРН» ПРИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОМ УФ-ОБЛУЧЕНИИ

Хамидуллин А.Р., Яппаров А.М.

Башкирский государственный университет, г. Уфа.

Синдиотактический 1,2-полибутадиен является представителем класса термопластичных эластомеров. Это класс полимерных материалов, обладающих высокими эластичными свойствами, а при повышенных температурах проявляющих свойства термопластов. Их изучение вызвано необходимостью внедрения в промышленность более дешевых, но отвечающих высоким требованиям материалов. Впервые синдиотактический 1,2-полибутадиен был получен в Японии ученым Дж.Наттой в 1955 году. [1]

С точки зрения химического строения 1,2 полибутадиен представляет собой сополимер, содержащий в своем составе звенья 1,2 и 1,4 полимеризации 1,3 бутадиена. Такое химическое строение позволяет 1,2 полибутадиену проявлять высокую эластичность (наличие гибких звеньев 1,4 полимеризации) и высокую термопластичность (наличие кристаллических звеньев 1,2 полимеризации) [2]

Одним из уникальных свойств синдиотактического 1,2-полибутадиена является переход в новую фазу при деформации 600-650%. При этом переходе полимер приобретает сильное рассеивающее свойство и теряет свою прозрачность. Коэффициент светопропускания образца понижается от 61 до 25%. Данная фаза носит название «milk phase» (mph). В этом состоянии полимер проявляет более сильную устойчивость к действию нагрузок. Установлено, что при снятии деформации, образовавшаяся фаза с сильным рассеянием света сохраняется в неизменном виде, если нет внешних воздействий. Однако, если образец, находящийся в состоянии (mph), нагреть до температуры 80-120°C или без нагревания подвергнуть действию давления в 12-15 МПа, то он возвращается в исходное состояние и снова становится прозрачным.[3]

На рис.1. приведены деформационные кривые в виде зависимости σ - ϵ , полученные при одноосном растяжении образцов в состоянии «mph» (кривая 1), после предварительного УФ-облучения данного «mph» в течение 10 мин, 30 мин, 60 мин и 180 мин (кривые 2, 3, 4, 5, соответственно).

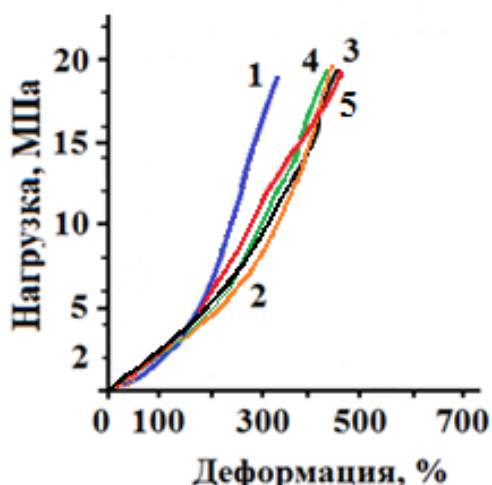


Рис.1. Деформационные кривые для образцов «mrh» RB830: 1 – исходный; 2 – предварительно облученный УФ-лучами в течение 10 мин; 3 – предварительно облученный УФ-лучами в течение 30 мин; 4 – предварительно облученный УФ-лучами в течение 60 мин; 5 – предварительно облученный УФ-лучами в течение 180 мин.

На деформационной кривой наблюдается повышение относительного удлинения от 300% до 450% при разрыве образцов после предварительного УФ-облучения. Предел прочности является постоянной величиной со значением ~ 20 МПа. Деформационные кривые образцов с разными временами УФ-облучения совпадают с погрешностью $\sim 5-7$ %.

Малые изменения физико-механических свойств состояния «mrh» при УФ-облучении подтверждаются методом ДСК. Рассмотрим фазовый переход из высокоэластического состояния в вязкотекучее. Для образца в состоянии «mrh» температурный диапазон данного перехода составляет от 98 до 133 °C с пиком 118 °C и с энтальпией процесса 4,3 Дж/г (кривая 2, рис.2). А для полимера «mrh» после УФ-облучения рассматриваемый фазовый переход имеет температурный диапазон от 102 до 135 °C с пиком 116 °C и с энтальпией 2,8 Дж/г (кривая 3, рис.2).

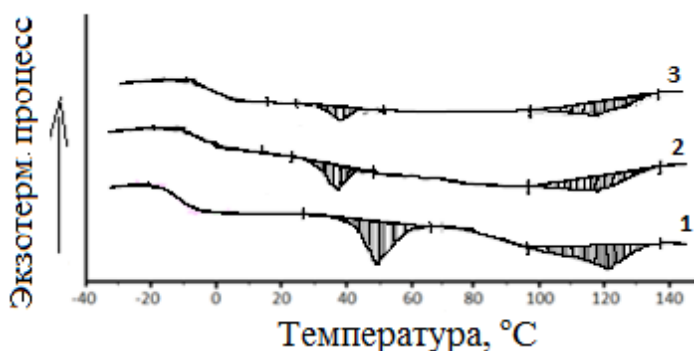


Рис.2 Кривые ДСК 1,2-СПБ: 1 – исходный; 2 – состояние «mrh»; 3 – состояние «mrh» после УФ-облучения в течение 180 мин.

Следовательно, при УФ-облучении 1,2-СПБ в состоянии «mrh» наблюдается уменьшение температурного диапазона фазового перехода на 1 °C, что может подтвердить малое фотосшивание полимера и устойчивость к УФ-облучению.

Список литературы:

1. Natta G., Corradini P. The structure of crystalline 1,2-polybutadiene and of other syndiotactic polymers // J. Polymer Sci. 1956. V.20. P. 251-266.

2. Чувывров А. Н., Хамидуллин А. Р., Лебедев Ю. А., Саяпова Р. Г., Маскова А. Р. Равновесные размеры сегментов в нанокристаллах синдиотактического 1,2-полибутадиена // Баш. хим. ж.. 2012. №3.

3. Саяпова Р.Г., Чувывров А.Н., Хамидуллин А.Р., Куватов З.Х., Лебедев Ю.А. Новый эластичный материал: частично-кристаллический полимер – синдиотактический 1,2 – полибутадиен // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2012. №6. С.495-501.

4. Технология получения новых модификаций синдиотактического 1,2-полибутадиена и их электрические свойства/ Чувывров А.Н. и др. // Вестник Челябинского государственного университета. Физика. Вып.12. 2011. №39. С.35- 41.

© Хамидуллин А.Р., Яппаров А.М., 2016

УДК 546.22-162.25

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИСУЛЬФИДА АММОНИЯ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ВЫДЕЛЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТИЦ ЭЛЕМЕНТНОЙ СЕРЫ

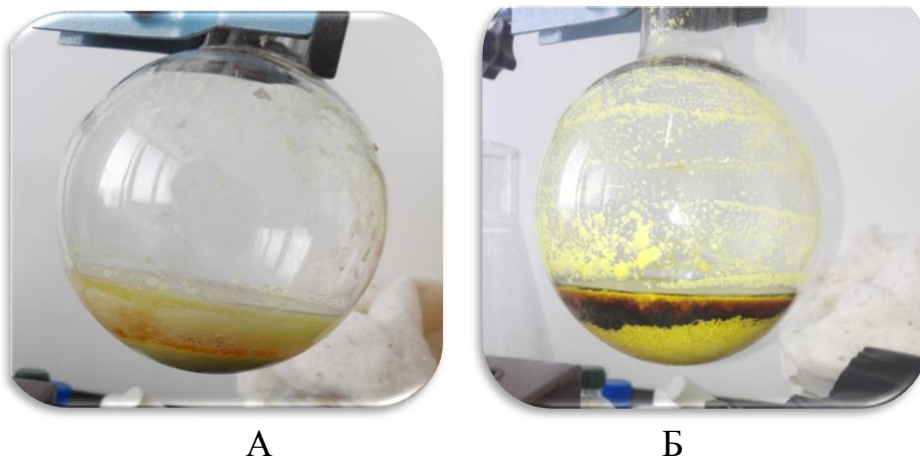
Хамитов С.У., Хусаинов А.Н., Массалимов И.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

*ГБУ РБ «Научно-исследовательский технологический институт гербицидов
и регуляторов роста АН РБ», г. Уфа*

В настоящее время в литературе известны работы [1,2], в которых химическим осаждением из полисульфидов щелочных и щелочноземельных металлов получают частицы серы в широком диапазоне размеров, в том числе и наночастицы. Но практически отсутствует информация о получении частиц серы с использованием неметаллов. В литературе [3] встречается способ выделения наночастиц с использованием сероводорода, но проведение этих работы связано с определенными сложностями выполнения эксперимента.

Стоит отметить, что особый интерес представляют процессы получения полисульфидов с использованием водного раствора аммиака в водной и неводной среде в частности с использованием диэтиленгликоля.



А

Б

Рис.1 (А) Полисульфид аммония полученный в водном среде аммиака. **(Б)** Полисульфид аммония полученный в водном растворе аммиака с добавлением диэтиленгликоля

Были получены полисульфиды соответствующих растворов представленные на рисунках 1А и 1Б. Стоит отметить, что полисульфид аммония полученный в среде диэтиленгликоля по своим характеристикам близок к тем полисульфидам, что представлены в работах [1,2], тогда как полисульфид аммония полученный в водном растворе аммиака близок к тому, что показано в публикации [3].

Последующее выделение частиц элементарной серы из полисульфидных растворов аммония показало, что образуемые частицы лежат практически в одном диапазоне, что мы и наблюдаем на рисунке 2.

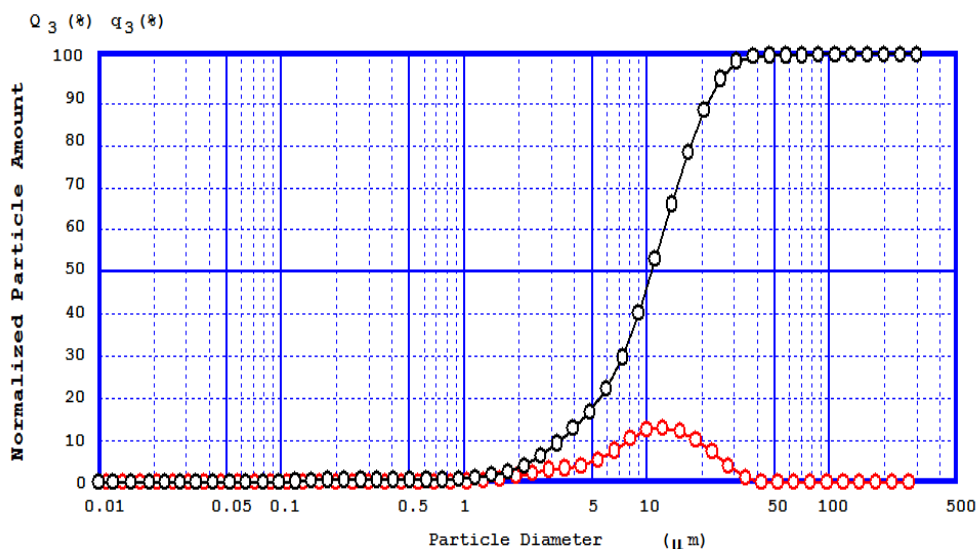


Рис.2 Интегральное (кривая ○) и дифференциальное (кривая ●) распределение частиц серы полученной из полисульфида аммония.

На рис. 2 приведено интегральное и дифференциальное распределение частиц серы находящиеся в диапазоне от 1 до 40 мкм. Данные значения были получены с использованием лазерного анализатора Shimadzu SALD – 7101. Из рис. 2 видно, что размеры частиц серы лежат в области от 1 до 50 мкм со средним размером частиц равным 12 мкм. Частицы серы указанного размера применимы в качестве действующего вещества в различных препаратах для медицины и сельского хозяйства.

Полученные результаты показали на возможность получения частиц из полисульфида аммония в кислой среде. Данные соединения открывают новые возможности применения в медицине и в сельском хозяйстве, так как в составе отсутствуют ионы металлов, которые могут оказывать неблагоприятное воздействие на живые организмы. В тоже время присутствующий в препарате азот в составе иона аммония может усваиваться растениями и благоприятствовать их росту.

Список литературы:

1. Массалимов И.А., Шайнурова А.Р., Хусаинов А.Н., Мустафин А.Г. Получение наночастиц серы из водного раствора полисульфида калия. // Журнал прикладной химии. - 2012. - Т.85. №11. - С. 1944-1949.
2. Массалимов И.А., Хусаинов А.Н., Зайнитдинова Р.М., Мусавирова Л.Р., Зарипова Л.Р., Мустафин А.Г. Химическое осаждение наночастиц серы из водных растворов. // Журнал прикладной химии. - 2014. - Т.87. №6. - С. 705 - 713.
3. Deshpande A.S., Khomane R.B., Vaidya B.K. et al. Sulfur Nanoparticles Synthesis and Characterization from H₂S Gas Using novel biodegradable iron Chelates in W/O microemulsion Nanoscale Res. 2008. N 3. P. 221–229.

© Хамитов С.У., Хусаинов А.Н., Массалимов И.А., 2016

УДК 666.29

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ДЕФОРМАЦИЮ ПРОФИЛИРОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Третьякова В.С., Шаяхметов У.Ш., Хайдаршин Э.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Надежность и срок службы труб из алюмооксидной керамики при высоких температурах является составляющими предприятий металлургической, химической промышленности и предприятий промышленного обжига. Время и условия эксплуатации, а также устойчивость к термическому удару труб в промышленности требует чрезвычайно высокую прочность формы изделий в коррозионной среде. Так, например, плотно спекшуюся керамику используют в термопарах при температурах выше 1500°C. Поэтому высокое качество и длительный срок службы материала остается существенным свойством в условиях высоких температур.

В связи с этим были испытаны образцы муллитокорундовых трубок различных типоразмеров № 1-4 и образец корундовой трубки № 5 под собственным весом при температурах до 1550°C (рис.1а).

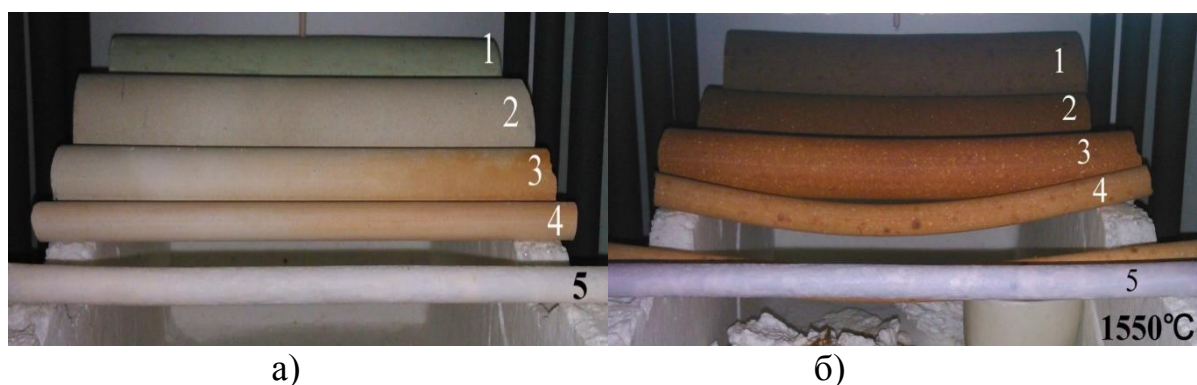


Рис. 1. Образцы до (а) и после (б) испытания на деформацию при изгибе без нагрузки

Образцы устанавливали горизонтально на керамическую подставку из Al_2O_3 с промежутком 200 мм и максимальной возможной деформацией 15 мм. Затем подставку с образцами поместили в лабораторную электрическую печь СНОЛ 12-16, нагреваемую со скоростью $25^\circ\text{C}/\text{мин}$ до 1000°C с выдержкой при данной температуре 1 час. Последующие повышения температуры на $50\text{-}100^\circ\text{C}$ и выдержку в течение часа при выбранных температурах проводили до первой видимой деформации изделий. При температурах $1000\text{-}1300^\circ\text{C}$ образцы не испытывали изменение формы. Образцы под номерами 3 и 4 при температуре 1350°C стали претерпевать деформацию.

При повышении температуры до 1550°C образцы значительно деформировались (рис. 1б) и значения деформации приведены в диаграмме (рис.2).

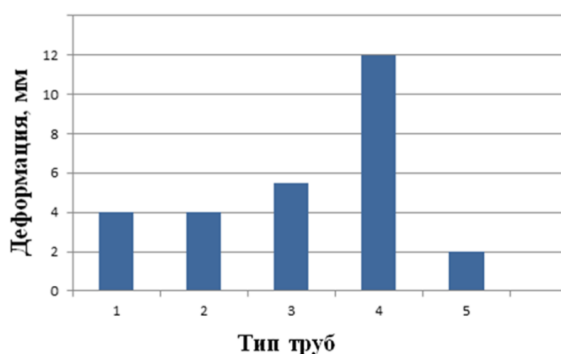


Рис. 2. Деформация труб при температуре 1550°C



Рис.3. Макроструктура трубы после испытания на деформацию при изгибе, $\times 500$ таким образом, полученные результаты эксперимента и исследование макроструктуры (рис.3) показали, что плотная структура зерна наполнителя муллитокорунда и его химический состав, мелкокристаллические состояния связи, позволяет ожидать высокую прочность формы исследованных труб.

Материалы на основе корунда благодаря своей чистоте и структуре обладает самой высокой прочностью на изгиб при высокотемпературном применении. Далее идут образцы на основе муллитокорунда с умеренной деформацией. Причиной различных деформаций могут быть определены из различного влияния химического состава и микроструктуры материала трубчатого изделия.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РОСТА ГАДРАТНОГО СЛОЯ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ ГАЗА

Шепелькевич О.А., Юмагулова Ю.А., Иксанов Э.Р.

Бирский филиал Башкирского государственного университета, г. Бирск

Интерес к изучению процессов образования газовых гидратов связан с нежелательным гидратообразованием при добыче, транспорте и переработке природного газа, а также с разработкой технологий, использующих явление гидратообразования, например, для хранения и транспортировки природного газа в газогидратном состоянии, опреснения воды, «гидратной» осушки газа и т.п. Однако гидратообразование из растворов газа в воде, которое осуществимо при определенных значениях давления, температуры и концентрации растворенного газа, изучено недостаточно. Экспедиционные исследования показали присутствие залежей газовых гидратов непосредственно на поверхности дна, что можно объяснить образованием их из растворенного газа в воде. Отметим, что образование газовых гидратов всегда сопровождается диффузией гидратообразующих компонент и эффектами тепловыделения. Причем эти факторы взаимосвязаны между собой. Наряду с тем, что газ метан, являющийся наиболее распространенным газом, образующим гидрат, обладает низкой растворимостью и эффекты тепловыделения в этом случае будут практически незаметны, то для высокорастворимых газов, таких как диоксид углерода, сероводород, эти факторы необходимо учитывать. В работе предложено совместное описание диффузионных и температурных полей в водном растворе газа с учетом интенсивности гидратообразования. Для случаев плоской, радиально-симметричной и сферически-симметричной постановки задачи получены значения автомоделной координаты, определяющей рост гидратного слоя в водном растворе газа и пиковые значения температуры в области, содержащей гидрат. Проанализированы температурные поля, связанные с тепловыделением при гидратообразовании. Полученное решение позволяет определить качественную и количественную оценку роста гидрата в зависимости от вида гидратообразующего газа, а также термобарических условий.

Список литературы:

1. Намиот А.Ю. Растворимость газов в воде. М.: Недра, 1991. 167 с.
2. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. М.: Наука, 1987. Ч. 1. 464 с. Ч. 2. 360 с.

© Шепелькевич О.А., Юмагулова Ю.А., Иксанов Э.Р., 2016

СЕКЦИЯ III.

СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛООБМЕННОЙ АППАРАТУРЫ С ЭВОЛЬВЕНТНО-ПРОФИЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Абдеев Э.Р., Лобанов М. А.

Бакирский государственный университет, г. Уфа

Ключевые слова: энергоэффективность, теплообменник, труба, оребрение, эвольвента, аппарат, охлаждение.

В современных реалиях у производителей оборудования для нефтегазового и нефтехимического сектора часто возникает вопрос о повышении энергоэффективности и надежности своей продукции. Этому способствуют высокие затраты на изготовление и ремонт оборудования, а также на транспортировку и обслуживание, учитывая огромную территорию и суровый климат страны. Также с каждым годом возрастают и ужесточаются требования международных стандартов системы менеджмента качества организаций и предприятий. Проектирование и изготовление нового перспективного оборудования, способного выполнять те же задачи и работать при тех же условиях, но при этом иметь меньший размер и состоять из более дешевых и надежных материалов, способны решить ряд существующих проблем. Одним таким решением является вертикальный блочный эвольвентно-профильный аппарат воздушного охлаждения. Данная конструкция является перспективной для аппаратов, используемых на морских нефтяных буровых платформах в качестве охладителей масла компрессорных станций. В таких случаях занимаемое пространство играет большую роль на столь небольших доступных производственных площадях.

Перед разработкой вертикального АВО был выделен ряд технических проблем:

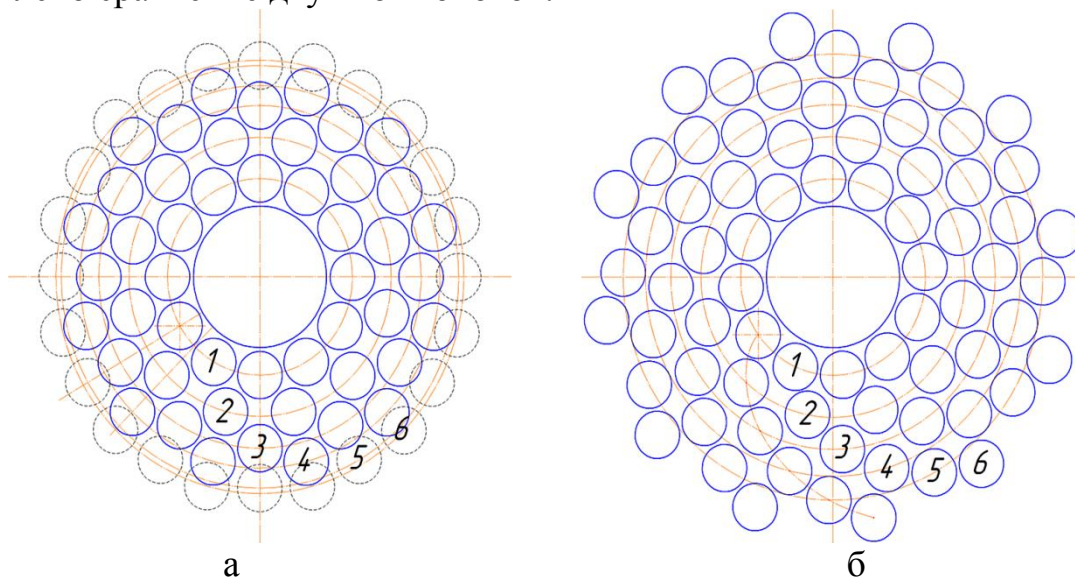
- 1) промерзание крайних труб при шахматной компоновке в холодное время года в процессе эксплуатации;
- 2) механические деформации технологических труб при термическом расширении теплообменной секции (решается за счет подвижного края секции при кратных двум количестве ходов);
- 3) применение дорогостоящих тихоходных асинхронных двигателей для привода ненадежных пластиковых или тяжелых металлических лопастей;
- 4) сложность транспортировки 12-метровых теплообменных секций и неразборных металлоконструкций;
- 5) большая занимаемая площадь аппаратов воздушного охлаждения.

Для решения ряда производственных и эксплуатационных проблем аппаратов воздушного охлаждения в диссертационной работе была предложена конструкция аппарата воздушного охлаждения с радиально-диффузорной компоновкой оребренных труб[1]. Заявленный эффект по снижению гидравлических сопротивлений охлаждающего воздуха достигался за счет увеличения расстояния между оребренными трубами от ряда к ряду по ходу движения воздушного потока. Эффект по снижению занимаемой площади

достигался за счет вертикальной цилиндрической формы теплообменной секции.

Особенностью данной конструкции являются вентилятор, расположенный сверху конструкции, и трубный пучок, представляющий собой радиально-шахматное расположение рядов оребренных труб. В первом случае частично решается проблема энергоэффективности и надежности аппарата путем использования более холодного и чистого воздуха, циркулирующего на большой высоте относительно поверхности земли. Во втором случае в компоновке трубного пучка соблюдается диффузорность - увеличение расстояния между трубами в каждом последующем ряду относительно оси аппарата для снижения гидравлических сопротивлений, возникающих при нагревании и расширении теплого воздуха[2].

Представленная конструкция имеет ряд недостатков, к одному из которых можно отнести невозможность создания более 4-х рядов труб в радиально-диффузорной компоновке трубного пучка. В связи с этим была предложена математическая модель эвольвентно-профильной компоновки, которая позволяет сохранить плотность упаковки трубного пучка и создавать неограниченное количество рядов труб в пучке с возможностью регулировать расстояние между трубами в одном ряду и в одном ходе. На рисунке 1 представлено сравнение двух компоновок.



а - радиально-диффузорная компоновка, б - эвольвентно-профильная
Рисунок 1 - Сравнение радиально-диффузорной и эвольвентно-профильной компоновок трубных пучков вертикального АВО.

Данные компоновки трубных пучков решают один из недостатков горизонтальных шахматных - промерзание крайних оребренных труб в холодное время года в рабочем режиме. В горизонтальных трубных пучках АВО с шахматной и коридорной компоновками крайние трубы имеют наибольший температурный градиент, т.к. они соседствуют с минимальным количеством труб с одной стороны и с дефлектором теплообменной секции с

другой. Данный процесс, кроме снижения площади проходного сечения, приводит к нарушению герметичности вальцевого соединения между трубой и трубной доской.

Предложенные в диссертации и настоящей статье компоновки располагают оребренные трубы в пучке таким образом, чтобы у всех них были соседние трубы, что позволяет выровнять температурный градиент теплоносителя в каждом ряду[1]. На рисунке 2 представлено преобразование горизонтальных шахматной и коридорной компоновок в радиально-диффузорную и эвольвентно-профильную соответственно. Как видно из рисунка, преобразование позволяет избежать наличия уязвимых труб в пучке. На первый взгляд может показаться, что трубы в 4-м ряду имеют мало соседних труб, но они не будут подвержены промерзанию во время эксплуатации в связи с тем, что именно в крайние внешние трубы подается горячий теплоноситель для соблюдения противотока рабочих сред.

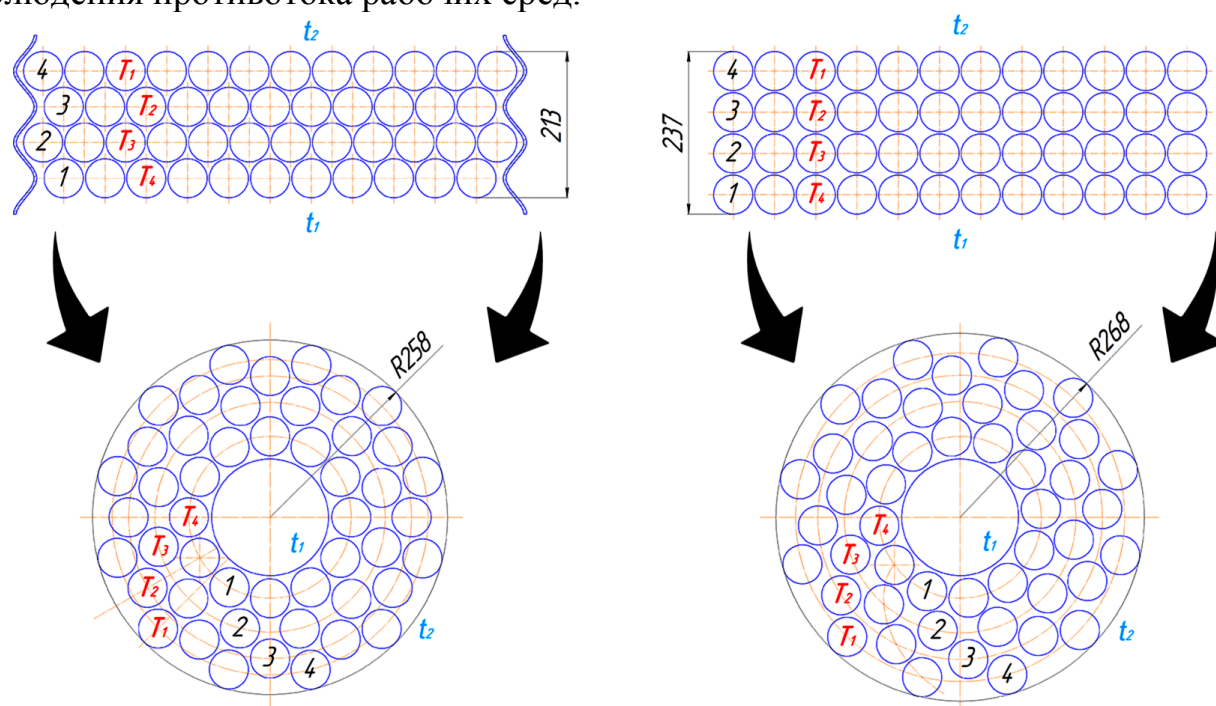


Рисунок 2 - Преобразование горизонтальных компоновок трубных пучков АВО в цилиндрические

При первичном сравнении преобразования горизонтальных компоновок в вертикальные цилиндрические кажется очевидным преимущество радиально-диффузорной компоновки перед эвольвентно-профильной, что выражается более плотной упаковкой и как следствие, меньшим наружным диаметром. Однако, радиально-диффузорная компоновка не позволяет создавать трубные пучки с более чем четырьмя рядами, что является существенным ограничением при проектировании аппаратов воздушного охлаждения.

Еще одной проблемой, возникающей у крупногабаритных аппаратов и теплообменников, работающих при высоких температурах, является термическое линейное удлинение труб. Если у кожухотрубчатых теплообменных аппаратов есть решения в виде U-образных труб, линзовых

компенсаторах на кожухе и плавающей головки, то с аппаратами воздушного охлаждения все сложнее. Термическое расширение трубного пучка в стандартных горизонтальных АВО компенсируется за счет подвижного края теплообменной секции. Данная конструкция компенсатора оправдана при четном двум количестве рядов в трубном пучке, т.к. при нечетном количестве рядов штуцеры будут располагаться с двух сторон секции, что увеличит нагрузку на них и прилегающие патрубки на стороне с компенсатором.

Для решения проблемы термического расширения трубного пучка АВО была предложена змеевиковая конструкция теплообменных труб в пучке. Простота конструкции обеспечивает распределение термических расширений в двух направлениях вместо одного вдоль оси труб у прямолинейного трубного пучка горизонтальных секций АВО. Платой за применение предложенной конструкции является внедрение процесса гибки длинных оребренных труб. Однако дополнительным преимуществом змеевиковой конструкции теплообменных труб являются меньшие габариты секций АВО, собранных на основе этих труб. Данное преимущество позволяет организовать серийное производство теплообменных секций и качественнее организовывать транспортировку.

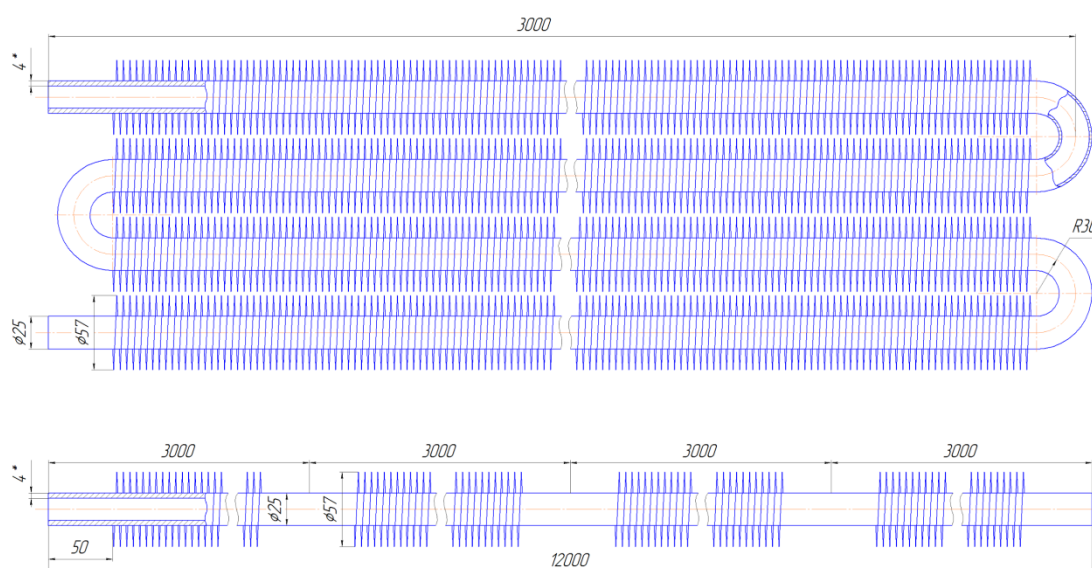


Рисунок 3 - Змеевиковая оребренная труба

На рисунке 3 изображена змеевиковая оребренная 12-ти метровая труба. Изгиб трубы осуществляется в трех равноудаленных местах.

Для избежания неравномерного обдува и повышенных гидравлических сопротивлений был предложен вентилятор с несколькими последовательными радиальными крыльчатками, соединенными одним общим валом. Это позволит распределять потоки равномерно в радиальном направлении относительно оси. Стандартные трех-четырёх лопастные вентиляторы нагнетают воздух вдоль своей оси, что не годится для новой конструкции, а также на большие лопасти приходятся и большие нагрузки, что негативно сказывается на хладостойкость конструкции в случае применения пластиковых лопастей в холодное время года.

Подобные решения способствуют продвижению на рынок более эффективного технологического оборудования и перспективные идеи для дальнейшего развития и совершенствования технических и технологических комплексов. Конечно, могут возникать трудности в технологии изготовления элементов конструкции аппарата воздушного охлаждения, но с приходом на отечественный рынок эвольвентно-профильного аппарата придут и новые технологии производства змеевиковых труб, конических опор, жалюзи и других деталей. Преимущество трехметровой секции, защищенной от термического удлинения труб и занимающей небольшие пространства, способно найти своего потребителя.

Список литературы:

1. Абдеев Э.Р. Совершенствование конструкции аппаратов воздушного охлаждения применением секции с радиально-диффузорной компоновкой оребренных труб / Диссертация на соискание степени кандидата технических наук. - УГНТУ, г. Уфа, 2011 г., 103 с.
2. Абдеев Э.Р., Мицкевич П.В., Швецов М.В. и др. Исследование энергоэффективности различных компоновок трубных пучков аппаратов воздушного охлаждения. Нефтегазовое дело. Том 6. УГНТУ, 2012, С. 404-418.

© Абдеев Э.Р., Лобанов М.А., 2016

УДК 547.972.35, 54.056

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ФЛАВОНОИДОВ ИЗ ДОСТУПНОГО ПРИРОДНОГО МАТЕРИАЛА – ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ГРЕЧИХИ

²Балтина Л.А., ²Каримова Э.Р.

¹*Башкирский государственный университет, г. Уфа*

²*УфИХ РАН, г. Уфа*

elza-karimova@mail.ru

Флавоноиды – наиболее многочисленный класс природных фенольных соединений, для которых характерно структурное многообразие, высокая и разносторонняя активность и малая токсичность. Известными флавоноидными препаратами (витамин Р) являются рутин и его агликон кверцетин, которые применяются в медицине для профилактики и лечения различных заболеваний, связанных с нарушением проницаемости и ломкостью стенок капилляров, а также в качестве антиоксидантов, гепатопротекторов, противовоспалительных и противоязвенных средств.

В России рутин получают из зеленой массы гречихи посевной в период бутонизации и цветения (содержание рутина составляет 2-7% от массы воздушно-сухого сырья), что выводит часть урожая из товарной сельскохозяйственной продукции. В процессе производства гречневой крупы ежегодно образуются большие объемы отходов в виде соломы, плодовых оболочек и отрубей, которые до сих пор не находят эффективного

использования. Содержание рутина в плодовых оболочках гречихи достигает 2.4% в зависимости от сорта и климатических условий. Таким образом, рутин можно получать, сохранив зерно, если использовать для извлечения плодовые оболочки гречихи. В связи с этим, вовлечение в процесс переработки гречихи плодовых оболочек (лузги) в качестве дополнительного сырья для получения Р-витаминных веществ (рутина и кверцетина), является актуальной задачей.

Цель работы заключается в разработке технологии выделения флавоноидов, в частности рутина и кверцетина, обладающих наибольшей биологической, в том числе антиоксидантной и антирадикальной активностью, из плодовых оболочек гречихи.

Предложена технологическая схема выделения полифенольных соединений экстракта лузги гречихи – отходов производства гречневой крупы. Извлечение фенольных соединений из лузги гречихи проводили путем экстрагирования обезжиренного измельченного сырья сначала 70%-ным водным этанолом (выход 5.6%), а затем хлороформом, при этом происходило увеличение выхода экстрактивных соединений до 7.0 %.

Экстракт упаривали досуха, обрабатывали этилацетатом, для освобождения от сопутствующих примесей и полиметилированных флавоноидов, и экстрагировали кипящей водой. Рутин выделялся в виде тригидрата рутина при охлаждении водного раствора до 10-12 °С. После перекристаллизации из метанола/этанола выход рутина составил 0.8-1.0% в пересчете на воздушно-сухое сырье (лузгу гречихи). Полученный рутин имел выход соизмеримый с выходом из зеленой массы гречихи и соответствовал требованиям Государственной Фармакопеи XI.

Для получения кверцетина рутин подвергали кислотному гидролизу водным раствором 5%-ной серной кислоты при кипячении в течение трех часов. Продукт гидролиза – кверцетин отделяли и перекристаллизовывали из 70%-ного этанола с выходом 93%.

Таким образом, предложена схема выделения полифенольных соединений из отходов производства крупы гречихи (лузги), позволяющая получать флавоноиды с выходом 7%, рутин с выходом 0.8-1.0% и кверцетин с выходом 0.74-0.93% в пересчете на воздушно-сухое сырье.

© Балтина Л.А., Каримова Э.Р., 2016

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ГАЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ

Бикбулатов М.Р., Ахметшина Г.Г.

ОАО «ГлавБашСтрой» г. Уфа

ahmetka17@mail.ru

Газобетон относится к группе ячеистых бетонов и сочетает в себе низкую среднюю плотность и высокую прочность, что дает возможность отказаться от применения дополнительных строительных материалов при строительстве и отделке. Также немаловажным достоинством газобетона является то, что он позволяет изготовить сплошные однородные конструкции, которые одновременно соответствуют требованиям по несущей способности, шумоизоляция и противопожарным нормам.

Кроме того, важны исключительные теплоизоляционные свойства газобетона, положительно влияющие на энергоэффективность объектов строительства. Нужно отметить, что в настоящее время в мире только на отопление и вентиляцию зданий расходуется до 40% всей потребляемой энергии. В среднем теплотери через наружные стены в зависимости от конструктивных особенностей здания составляют от 30 до 50% общих затрат на отопление. Все вышеперечисленные преимущества газобетона в итоге определяют актуальность разработки технологии газобетона РБ.

Основными компонентами газобетона являются: известь, цемент, гипс, песок, алюминиевая паста, вода. Песок, используемый в качестве кремнеземистого компонента, загружается в шаровую мельницу мокрого помола и проходит тщательную обработку. Подготовленный песчаный шлам с помощью насоса перекачивается в шлам-бассейны.

В отдельном помещении производится приготовление алюминиевой суспензии. Известь, цемент, алюминиевая паста, вода подаются в смеситель автоматически в установленной последовательности. Управление процессом дозирования и смесеприготовления контролируется электронными системами смесительной установки.

Свежеприготовленная газобетонная смесь заливается в предварительно смазанную форму, находящуюся под смесителем. После заливки форма транспортируется в камеры созревания. В результате химической реакции в большом количестве выделяется газ (водород) и тепло. Благодаря этому газобетонная смесь вспучивается, схватывается, и массив-сырец в течение 3-4 часов набирает определенную пластическую прочность.

После «созревания» газобетонная масса проходит этап распалубки и нарезки в заданный размер через три режущих поста. На первой режущей машине с помощью туго натянутых струн осуществляется боковая вертикальная калибровка сырца, а также специальными стальными ножами нарезка системы «паз-гребень».

Затем массив проходит горизонтальную продольную резку, где производится его разрезка по толщине. На третьей машине массив подвергается вертикальной резке. Благодаря сверхточной настройке оборудования, максимальные отклонения по всем размерам не превышают 1 мм.

Производство является безотходным, так как отходы от калибровки и резки массива перемалываются и дозированно поступают в смеситель при приготовлении последующих замесов. Нарезанные на блоки необходимых размеров массивы формируются «состав», который плавно загружаются в автоклав.

В плотно закрытом автоклаве начинается гидротермальная обработка, состоящая из четырех фаз: вакуумирование автоклавного пространства, подъем давления, выдержка при постоянном давлении (12 атм.) и температуре (190°C), сброс давления.

После окончания процесса твердения, который занимает в общей сложности 12-14 ч, автоклав открывают и готовые массивы транспортируются на специальное устройство – делитель, который осуществляет разъединение пластов блоков. Массив готовых блоков стопируется, остывает и отправляется на упаковку. Блоки штабелируются на деревянных поддонах, обвязываются лентой и укрываются полиэтиленовой пленкой.

В состав газобетона не входит ни одного компонента, вредного для здоровья человека. Кроме того само производство газобетона, благодаря современным технологиям, является экологичным и не наносит ущерб окружающей среде.

Теплопроводность газобетона зависит от его плотности. Согласно ГОСТ, коэффициент теплопроводности должен составлять:

для блоков плотностью 400 кг/м³ – не более 0,096 Вт/м°C;

для блоков плотностью 500 кг/м³ – не более 0,12 Вт/м°C;

для блоков плотностью 600 кг/м³ – не более 0,14 Вт/м°C.

В качестве основных преимуществ стоит выделить следующие:

1. В отличие от кирпича, использование газобетона в 4 раза уменьшает трудоемкость кладочных работ

2. Вследствие меньшего веса газобетонных блоков создается гораздо меньшая нагрузка на фундамент здания.

3. Использование газобетонных блоков (ввиду идеальной размерной точности и легкости в применении) позволяет легко возводить идеально ровные стены,

4. Газобетон обладает лучшими теплоизоляционными характеристиками и, в отличие от кирпича, не требует дополнительного утепления или увеличения ширины кладки, что значительно экономит время и стоимость строительства здания.

5. Кроме того, использование газобетонных блоков предполагает снижение объема штукатурных работ (фасадных и наружных) и, за счет гладкой поверхности блоков, расхода смесей на 40 %.

Предложена технология изготовления легковесных бетонных изделий с использованием отходов производства в качестве наполнителя. Структура такого бетона представлена на рисунке 1. Прочность не менее 4 МПа, а плотность около 1,1 г/см³.

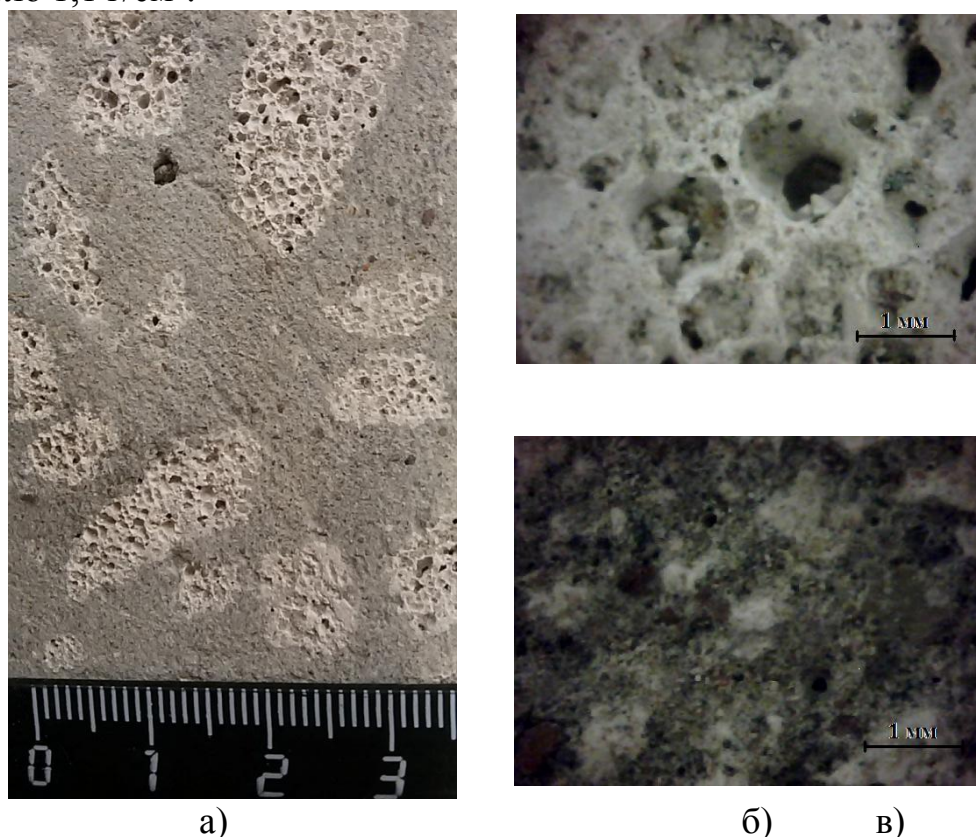


Рис. 1 Макроструктура бетона с использованием газобетона (а), микроструктура наполнителя из газобетона (б) и связки на основе цемента (в)

© Бикбулатов М.Р., Ахметшина Г.Г. , 2016

УДК 666.1

ТЕРМОСТОЙКАЯ ОБМАЗОЧНАЯ МАССА ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ТЕПЛОВОГО АГРЕГАТА

Газизов А.А., Хамидуллин А.Р., Хисматуллин М.Г.

Бакирский государственный университет, г. Уфа

Высокотемпературная обмазочная масса (ВОМ) предназначена для футеровки тепловых агрегатов с температурой службы до 1650 °С, в частности для нанесения на рабочую поверхность фурмы топок судовых паровых котлов.

Термостойкие смазки – это высокотехнологичные термостойкие смазочные материалы, которые нашли широкое применение в различных сферах хозяйственной деятельности человека. Основным отличием термостойкой смазки от обычных смазочных материалов является способность сохранить эксплуатационные качества в течение длительного времени, независимо от температуры окружающей среды.



Рис.1 Элемент камерной высокотемпературной печи, отремонтированный высокотемпературной обмазочной массой

Также как и обычные смазки, термостойкие смазки предназначены для снижения и компенсации трения подвижных деталей в тех или иных механизмах. Отличительной характеристикой таких смазок является постоянный уровень вязкости и отсутствие перспективы разжижения вследствие воздействия высоких температур.

Изобретение относится к материалам, применяемым для

получения в тиглях плавильных печей электропроводящего слоя, служащего электродом сигнализатора состояния тигля.

Дополнительный компонент в обмазочной массе играет роль запального вещества, снижающего температуру возгорания и тем самым обеспечивающего возможность проведения тепловой обработки покрытия при более низкой температуре.

Пределы содержания в обмазочной массе ламповой сажи выбраны из условия получения футеровки плавильных печей диффузионного электропроводящего слоя толщиной не менее 4-5 мм.

Для приготовления *обмазочной массы* каждый компонент отвешивают на один замес в пропорции, соответствующей рецептуре покрытия, и подают в смесительную машину, где перемешивают с жидким стеклом. Изготовленную массу используют сразу же, не допуская ее длительного хранения.

Обмазочная масса после замеса загружается в краскотерку для растирания, затем сливается в ведро. После этого обмазочная масса наливается в трубку, в которой посредством окунаания электродной проволоки производится покрытие электродов.



Рис.2 Электроды, покрытые высокотемпературной обмазочной массой.

Для получения обмазочных масс с высокими пластическими свойствами желательно иметь в составе рудных и нерудных материалов шихты (исключая мрамор и плавиковый шпат) 15 - 25 % фракций с размером частиц 10 мкм.

Термостойкая обмазочная масса для высокотемпературного теплового агрегата играет значительную роль в различных сферах

хозяйственной деятельности человека, т.к. предназначена для снижения и компенсации трения подвижных деталей в тех или иных механизмах.

Список литературы:

1. Справочник электрогазосварщика и газорезчика : учебное пособие / Г.Г. Чернышов, Г.В. Полевой, А.П. Выборнов [и др.]; под ред. Г.Г. Чернышова. – М.: Академия, 2004. – 393 с.
2. Смирнов, И. О. Основы электрогазосварки: учебник / И. О. Смирнов. – М. Дашков и К, 2008. – 351 с. 3. Левадный, В.С. Сварочные работы: практическое пособие / В.С. Левадный, А.П. Бурлака; под ред. В.С. Левадного. – М.: Аделант, 2008. – 441 с
3. Ситкевич М.В., Бельский Е.И. Совмещенные процессы химико-термической обработки с использованием обмазок. – Мн.: Выш. шк., 1987. – 156 с.: ил.

© Газизов А.А., Хамидуллин А.Р., Хисматуллин М.Г., 2016

УДК 666.3

ТЕХНОЛОГИЧНЫЕ МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ ПОРОШКОВОГО КОРУНДОВОГО СЫРЬЯ НА ФРАКЦИИ

Васильев Р.А., Халиков Р.М., Янгиров Р.Ф., Тагиров Д.И.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Исходными материалами в технологии корундовой керамики являются порошки оксида алюминия, получаемые различными способами. Технология различных видов корундовой керамики может существенно отличаться: используются как достаточно традиционные керамические технологии с применением природного сырья, так и инновационные технологические методы [1]. Корундовая керамика среди композиционных материалов получила

наиболее широкое распространение благодаря уникальному сочетанию технологических свойств: механическая прочность, твердость, износостойкость, огнеупорность, химическая стойкость и т.п.

Просеивание корундовых порошков проводят для отделения наиболее крупных или наиболее мелких фракций частиц. Разделение порошков по размерам частиц на фракции, используемые затем либо непосредственно для формования, либо для составления смеси, содержащей требуемый процент частиц нужного размера, остается актуальным. При этом некоторые фракции порошка могут оказаться непригодными для прямого использования, поэтому их подвергают какой-либо дополнительной обработке (укрупнению в случае мелких фракций или размолу в случае крупных) или отбрасывают.

Данная работа нацелена на сравнительный анализ разнообразных способов сепарации на фракции корундовых порошков.

Фракционирование порошка корунда проводят обычно в аппаратах, применяемых в производстве: просеивание на разделяющей поверхности (рассев, отсеивание, грохочение); гидравлическая сепарация в подвижной или неподвижной жидкой среде; сухое разделение в газовых потоках. Чаще всего в подготовке сырья используют ситовое разделение порошков с использованием различных типов сит, основными из которых являются механические сита с электромагнитным или рычажным вибратором [2].

Просеивание ведут при помощи металлических, пластмассовых или тканевых сит с калиброванными отверстиями. Крупность (размер) частиц выражают в миллиметрах. Например, крупность частиц 0,175 мм означает, что размер частиц менее 0,175 мм (зерна вещества прошли через отверстия сита с диаметром 0,175 мм). Обычно номера проволочных сит с квадратными отверстиями соответствуют размеру (в мм) стороны отверстия. Так сито № 0075 имеет сторону квадратного отверстия 0,075 мм.

В некоторых странах для характеристики дисперсности вещества применяют единицу меш (*от англ. mesh – отверстие сита*). Эта единица характеризует в плетеных проволочных ситах число отверстий, приходящихся на 1 дюйм² (6,45 см²). Соотношение меш и мм следующее: 200 меш - 0,074 мм, 100 меш - 0,147 мм, 80 меш - 0,18 мм, 50 меш - 0,30 мм, 20 меш - 0,83 мм и 10 меш - 1,651 мм.

Для разделения порошков применяют также многодечные механические вибросита; движение сетчатых дек осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу. Вибросита выполняются пыленепроницаемым и снабжаются приспособлениями для отбора проб из потока порошка в разгрузочных патрубках. Производительность вибросит зависит от природы материала порошка и размера его частиц. В некоторых случаях вибросита используют совместно с электромагнитными сепараторами, обеспечивающими очистку просеиваемого порошка от магнитных примесей.

При затрудненности свободного просева порошка используют различные протирачные ситовые устройства, в которых специальное приспособление с небольшим усилием давит на порошок, способствуя его прохождению через сетку.

Производительность таких протирачных сит значительно меньше обычных вибрационных с учетом экологических требований защиты от пыли [3]. В работе [4] проанализированы различные методы фракционирования корундового сырья в технологии абразивно-керамических композиций на основе микрокристаллического корунда.

Разделение корундовых порошков с размером частиц менее 40 мкм проводят в воздушных сепараторах, высаживающих твердые частицы из несущего газового потока под действием на них силы тяжести. В воздушно-проходном сепараторе (рис.1) разделяемый материал в потоке газа поступает в кольцевое пространство, в котором скорость воздушного потока снижается в несколько раз и наиболее крупные частицы под действием силы тяжести выпадают из него и удаляются через патрубок.

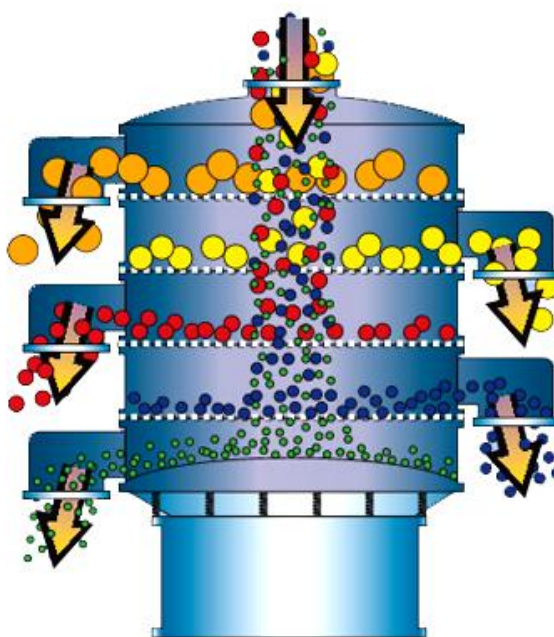


Рис. 1. Схема сепарации на фракции по размерам в воздушных сепараторах

Весьма эффективными аппаратами для разделения являются циклоны-сепараторы. В корпус циклона по касательной к окружности (тангенциально) вводят газовый поток, содержащий твердые частицы, который приобретает вращательное движение. На каждую частицу корунда действует сила тяжести, увлекающая ее вниз, центробежная сила, выталкивающая ее в радиальном направлении и сила газового потока, заставляющая ее двигаться по окружности. Под действием этих сил корундовая частица движется по спирали и, достигая стенки корпуса, перемещается по его поверхности к выпускному штуцеру: мелкие частицы выносятся в циклон и выделяются в следующем циклоне. Работу воздушных сепараторов регулируют изменением скорости газового потока.

Гидравлическое фракционирование порошков проводят в жидкой среде в потоке, совпадающем (противоположном) или направленным под углом

относительно направления основных действующих сил. На первом принципе основаны гравитационные сепараторы, на втором – центробежные сепараторы.

Понимание принципов работы разнообразного оборудования, достоинствам и недостаткам, присущим данному классу конструкций, и тенденциям их развития облегчает выбор рационального метода фракционного разделения порошка корунда.

Таким образом, установлено, что существуют несколько способов разделения корундового сырья на фракции: воздушным сепаратором, гидравлической сепарацией, многодечным механическим виброситом, а самым эффективным аппаратом является циклон-сепаратор.

Список литературы:

1. Севостьянов В.С., Богданов В.С., Дубинин Н.Н., Уральский В.И. Механическое оборудование производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и изделий. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 432 с.

2. Андреев Е.Е., Тихонов О.Н. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского горного института, 2007. – 439 с.

3. Халиков Р. М., Иванова О. В. Технологические схемы решения экологических проблем регионального производства материалов // Nauka-Rastudent.ru. 2014. № 3 (03). С. 10.

4. Рябцев С.А., Полканов Е.Г. Исследование свойств абразивно-керамических композиций на основе микрокристаллического корунда // Огнеупоры и техническая керамика. 2014. № 10. С.47-50.

© Васильев Р.А., Халиков Р.М., Янгиров Р.Ф., Тагиров Д.И., 2016

УДК 669.716:621.785

ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫЙ КОМПОЗИТ ТИТАН-МЕДЬ ПОЛУЧЕННЫЙ МЕТОДОМ МИКРОВОЛНОВОГО СПЕКАНИЯ

Калганов Д.А., Бутько Л.Н., Анзулевич А.П.

Челябинский государственный университет,

г. Челябинск

Повышение эксплуатационных характеристик изделий, а также экологических требований к процессам порошковой металлургии ограничивают возможности использования традиционных методов, таких как высокотемпературное спекание в печах и горячее прессование.

В настоящей работе представлены результаты исследований процесса получения композиционного материала в системе медь-титан при микроволновом нагреве. Компакты для спекания содержали мелкодисперсные порошки меди (ПМС-1) и титана (ПТОМ-2) в различных пропорциях с шагом в 10%. Микроволновый нагрев образцов был выполнен в прямоугольном волноводе с частотой излучения 2.45ГГц и мощностью 400Вт в непрерывном

режиме. Температуру контролировали контактным (R-термопара) и бесконтактным (пирометр АКИП-9311) методами, для учёта влияния на измерительную систему наводок. Фазовый состав продукта спекания определялся рентгендифракционным анализом в диапазоне углов $2\theta = 20^\circ - 70^\circ$ с шагом 0.05° на дифрактометре ДРОН-3М (Россия). Морфология и размер частиц порошков и спёков исследовалась методом сканирующей электронной микроскопии (JEOL-6510, Япония) (рис. 1).

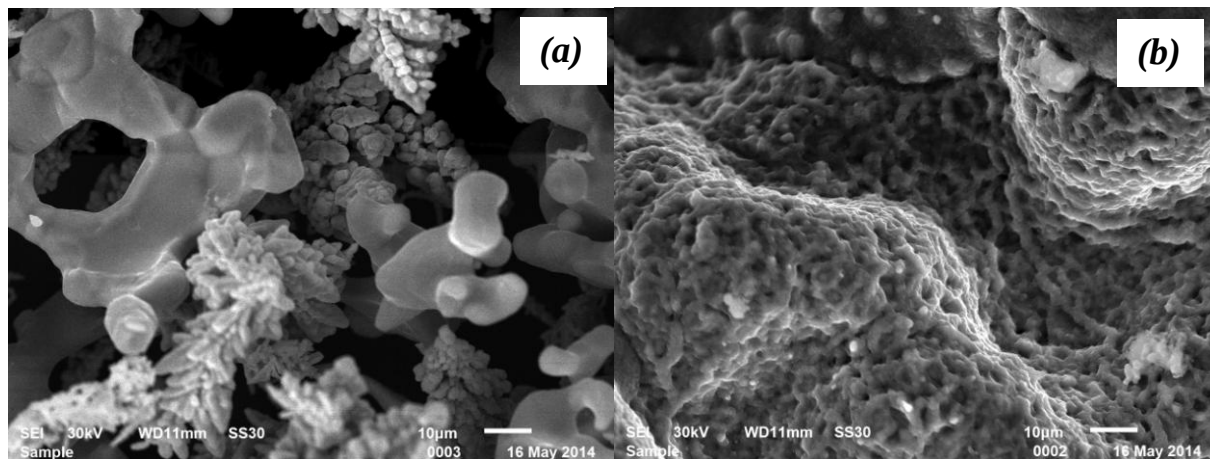


Рис. 1. Микрофотографии образцов до – а) и после – б) спекания

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-07-08111

© Калганов Д.А., Бутько Л.Н., Анзулевич А.П. 2016

УДК 666.77

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПИРОФИЛЛИТОВОГО СЫРЬЯ ПРИ НАГРЕВЕ

Киеккужина Л.У., Шаяхметов А.У., Янышева Г.Х.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Kiekkujina.leila@yandex.ru

Методами термографического рентгенофазового и ИК-спектрального анализов проведено исследование изменение фазового состава и структуры пирофиллитового сырья месторождения Куль-Юрт-Тау.

Установлено, что в низкотемпературной ($250-350^\circ\text{C}$) и высокотемпературной (около 700°C) областях происходит удаление воды из кристаллической решетки диаспора, серицита и каолинита содержащихся в пирофиллитовом сырье и пирофиллита. Термическим и рентгенофазовыми анализами определено кристаллизация в температурной области около 1000°C муллита из каолинита и образование α -оксида алюминия при разложении диаспора. При температурах около 1200 и 1350°C происходит кристаллизации муллита и кремнезема из продуктов разложения пирофиллита.

Рентгенограммы показывают также на образование кремнезема в форме кристобалита ($4,10; 2,55; 1,69 \text{ \AA}$) или тридимита ($4,27; 3,11 \text{ \AA}$). При температуре 1325°C линии тридимита исчезают, количество образовавшейся при температурах около 1190°C стеклофазы увеличивается. После 1350°C (до 1425°C) стеклофаза исчезает, на рентгенограмме содержатся линии только муллита и кристобалита.

Нами установлено, что потеря веса в кварц-пирофиллитовом сырье составляет около 8 %. Если учитывать, что содержание воды в чистом пирофиллите, соответствующем его химической формуле $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ составляет 5%, то около 3% потерь обусловлено, скорее всего, разложением примесных минералов, содержащихся в исходном сырье. Эта избыточная вода может находиться в пирофиллитовом сырье в химически связанном состоянии и содержится, вероятно, в минералах-примесях. Удаление такой воды из пирофиллита обуславливает потерю его веса в интервале $500\text{-}900^\circ\text{C}$.

Таким образом, в результате термического разложения пирофиллитового сырья образуются муллит и кристобалит, обладающие низким термическим расширением и высокой огнеупорностью. Отмеченные свойства пирофиллит-диаспоровых пород позволяют использовать их как тонкомолотую добавку в жаростойких материалах. Они без термообработки обладают малой твердостью, а при нагреве еще до 1000°C разрыхляются, теряют прочность. Поэтому их применение в качестве средней и крупной фракций в жаростойких материалах без термообработки нецелесообразно. Термообработка при 1200°C позволяет изменить структуру сырья (рис.1а) с образованием муллита, SiO_2 -кристобалита и стекла. Это, в свою очередь, дает возможность получения крупнозернистого керамического сырья путем механической обработки термообработанного пирофиллитового сырья (рис.1б) месторождения Куль-Юрт-Тау.



а)



б)

Рис. 1 Структура кварц-пирофиллитового сырья до (а) и после термообработки (б) при 1300°C

Список литературы:

1. А.Р. Мурзакова, Л.В. Якупова, У.Ш. Шаяхметов и др./ Пирофиллитовое сырье месторождения Куль-Юрт-Тау – перспективы использования/Вестник Башкирского университета. 2013. Т. 18. №1
2. Пирофиллитовое сырье месторождения Куль-Юрт-Тау (Башкортостан) / И.В.Синяковская, В.В.Зайков; Российская академия наук (РАН), Уральское отделение (УО), Институт минералогии (ИМ)

©Киеккужина Л.У., Шаяхметов А.У., Янышева Г.Х., 2016

УДК 666.77

ТЕРМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ ПИРОФИЛЛИТНОГО СЫРЬЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУЛЬ-ЮРТ-ТАУ

Киеккужина Л.У., Шаяхметов А.К., Янышева Г.Х.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Kiekkujina.leila@yandex.ru

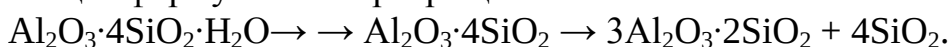
В 5 километрах к северу от города Баймак находится месторождение Куль-Юрт-Тау. Оно было открыто в 1914 г.

Во второй половине XX века в карьере добывались высококачественные серноколчеданные руды. Добывался колчедан массовой долей не менее 45%, руды не соответствующие требованиям складывались в отвалы. Именно эти породы относятся к ряду пирофиллит-кварцевому типу сырья.

Пирофиллит свое название получил благодаря способности расщепляться на тонкие листы (от греч. πυρ — огонь и phyllon — лист).

Для использования в промышленности пирофиллит подвергают термической обработке. При нагревании в интервале 700-900°C вода полностью удаляется. Продуктом полной дегидротации является метапирофиллит ($Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$). При 1150°C метапирофиллит разлагается, образуя при этом муллит и кристобалит.

Общая формула всех превращений:



Конечным продуктом высокотемпературных превращений являются огнеупорные соединения (муллит и кристобалит).

Благодаря своим свойствам как: высокая огнеупорность, термическая стойкость и химическая инертность- пирофиллит можно использовать при создании огнеупорных материалов, заменяя при этом более дорогой полукислый шамот.

Таким образом, обработка и изучение пирофиллитного сырья месторождения Куль-Юрт-Тау позволит поднять на более высокий уровень керамическую и строительную промышленность.

Список литературы:

- Таипова О.А., Бактыбаева З.Б., Семенова И.Н. и др./Оценка загрязнения тяжелыми металлами почв, прилегающих к месторождению Куль-Юрт-Тау./ Сибайский филиал академии наук РБ, г. Сибай
- А.Р. Мурзакова, Л.В. Якупова, У.Ш. Шаяхметов и др./ Пирофиллитовое сырье месторождения Куль-Юрт-Тау – перспективы использования/Вестник Башкирского университета. 2013. Т. 18. №1
- Пирофиллитовое сырье месторождения Куль-Юрт-Тау (Башкортостан) / И. В. Синяковская, В. В. Зайков; Российская академия наук (РАН), Уральское отделение (УО), Институт минералогии (ИМ)

© Киеккужина Л.У., Шаяхметов А.К., Янышева Г.Х., 2016

УДК 666.3

РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ

Кинзябаев В.В., Батршина Г.С.

Башкирский государственный университет, г. Уфа,

e-mail:vilnurkinzyab402@yandex.ru

Во всем мире нет ни в одной отрасли промышленности и области народного хозяйства, где-бы не применялись изделия из резины, широко применяются они в судостроении, авиастроении, машиностроении, в военном деле, в топливной и атомной энергетике. На сегодняшний день сильно развивается производство резинотехнических изделий, изделия из натуральной или синтетической резины во многих отраслях промышленности, которые востребованы и являются незаменимой продукцией. Резинотехнические изделия (РТИ) представляют собой изделия высокой прочности, в которой одновременно сочетается эластичность, надежность и длительный срок эксплуатации.

Благодаря новейшим производствам по производству изделий из резины, можно получить термостойкие и фтористые РТИ, которые предназначены для эксплуатации в большом диапазоне температур и при резких перепадах, в агрессивных средах. К резинотехническим изделиям относятся всевозможные сальник, манжеты, резиновые кольца, пластины, резиновые коврики, любые уплотнители. Также резинотехнические изделия (РТИ) широко востребованы при конструировании и эксплуатации всевозможных механизмов и машин, герметизации соединений и при изоляции электропроводящих и теплопроводящих поверхностей. Без современных РТИ машиностроения, как отрасль промышленности, могла бы и не существовать. Благодаря использованию таких изделий удастся решить большинство задач, которые поставлены перед инженерами и механиками, конструкторами механизмов, которые отвечают за эксплуатацию.

Среди более значимых для машиностроения можно выделить несколько основных групп по технологии производства. Каждая из группы отличается

своими превосходными характеристиками и поэтому замена их на другие изделия невозможно.

В мировой практике производства РТИ, в частности ремней существует несколько альтернативных технологий производства.

Приводные ремни – самая распространенная область применения резинотехнических изделий в машиностроении. Такие ремни используются для передачи крутящего момента от двигателя на другие узлы станка, либо агрегата. Благодаря применению РТИ получается обеспечение стабильности работы оборудования, исключая преждевременную поломку подобных РТИ, возможно передавать максимальное количество энергии.

Прокладки и герметики – незаменимые изделия в промышленности. Благодаря своим отличным характеристикам они прекрасно справляются с поставленными задачами: способны работать на протяжении длительного срока времени, не теряя свои качества, формы, размеры, что немаловажно при работе, особенно при опасном производстве и в агрессивных веществах.

Рукава высокого давления. Современные технологии по производству РТИ (приводных ремней) позволяет создавать такие рукава, которые способны выдержать высокое давление любой технической жидкости. В машиностроении данные рукава используются в качестве шлангов для передачи жидкости на небольшие расстояния.

Ремни трансмиссии – данные резиновые изделия незаменимы при производстве автомобильной техники. С помощью данных ремней вращательное усилие передается от одних узлов машин к другим. Ремни применяются в передачах грузовых и легковых автомобилей. Аналогичные им резиновые изделия монтируются на приводы станков, так же используются в компрессорном оборудовании (рис.1).



Рис 1. Ремни трансмиссии

Методы испытаний готовых изделий определяются нормативной документацией: международными и государственными стандартами, техническими условиями, спецификациями. Прежде всего, это измерение прочности при растяжении и удлинения при заданных нагрузках, модуль упругости при растяжении, прочность связи между элементами конструкции, поперечная жесткость ремня, тяговые характеристики. Согласно нормативной документации все выпускаемые партии ремней должны подвергаться стендовым испытаниям. Существует несколько методов испытаний ремней на двухшквивных и трехшквивных конструкциях стендов: определение

долговечности на стендах без передачи мощности при испытаниях на многократный изгиб, на стендах с передачей мощности в замкнутом силовом контуре или нагружением ведомого шкива тормозным моментом (с прямой передачей мощности). Наиболее объективно отражают качество ремней испытания на стендах с передачей мощности. При испытаниях фиксируют частоту вращения, диаметр шкивов, нагрузку и передаваемую мощность, время до появления первых разрушающих факторов и полного разрушения, удлинение в процессе испытаний, температуру ремня на поверхности. Повышение температуры ремня в процессе испытаний на 10°C снижает его долговечность вдвое. Нормы долговечности (наработки) и удлинения для периодического контроля качества ремней в отечественных стандартах установлены на основе статистической обработки большого количества результатов испытаний. В зарубежных стандартах наработка ремней и удлинение, как правило, не регламентируются.

Клиновые ремни – имеют форму поперечного сечения, благодаря которой препятствует их проскальзыванию в каналах шкива. Применяются они в гидроусилителе ремня и электрогенераторах в автомобилестроении(рис.2).

Ремни клиновые ГОСТ 1284.2 - 89

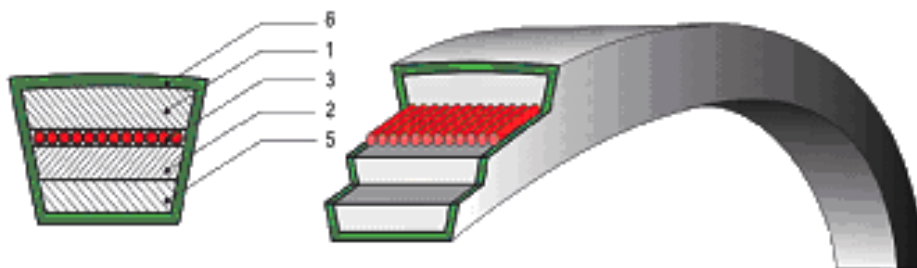


Рис 2. Клиновые ремни

Условные обозначения: 1 - Слой растяжения (резиновый слой); 2 - Эластичный слой (резина); 3, 4 - Несущий слой (кордшнур для ремней кордшнуровой конструкции или тканевый каркас для ремней кордтканевой конструкции); 5 - Слой сжатия (состоит из резины); 6 - Обертка.

Ремни клиновые предназначены для приводов станков, промышленных установок и сельскохозяйственных машин, работающих при температуре окружающего воздуха от -30°C до +60°C для умеренного и тропического климата.

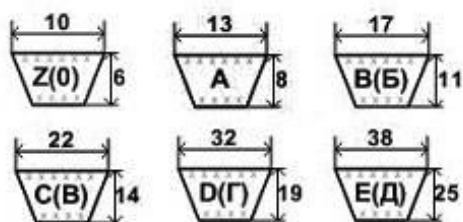
Изготавливаются классы: 0, I, II, III, IV.

Пример условного обозначения:

C(B) – 2500 III ГОСТ 1284.1-3-89

Ремень сечением C(B), номинальная расчетная длина, мм – 2500, класс III.

Технические характеристики (мм):



Нами определены размеры ремней по их техническим характеристикам:

Z(0)	A	B(Б)	C(В)	D(Г)
500	500	630	1180	1900
530	530	670	1250	2240
560	560	710	1400	2360
600	600	750	1450	2500
630	630	800	1500	2800
670	650	850	1650	3000
710	670	900	1700	3150
750	710	950	1800	3350
800	750	1000	1900	3470
850	800	1040	1950	3550
900	850	1060	2000	3750
950	900	1080	2120	4000
1000	950	1120	2240	4250
1060	1000	1150	2360	4500
1120	1030	1180	2500	4750
1150	1100	1230	2650	5000
1180	1120	1250	2800	5300
1213	1160	1300	3000	5600
1280	1180	1320	3150	6000
1320	1200	1400	3350	6300
1400	1213	1450	3550	6500
1500	1250	1500	3585	6700
1600	1280	1550	3750	7100

1700	1320	1600	4000	7500
1800	1350	1650	4250	8000
1900	1400	1700	4350	
2000	1450	1750	4500	
2120	1500	1800	4750	
2240	1550	1850	5000	
2360	1600	1900	5300	
2500	1650	1950	5600	
	1700	2000	6000	
	1750	2120	6300	
	1800	2240	6700	
	1850	2360	7100	
	1900	2500	7500	
	1950	2650		
	2000	2800		
	2120	3000		
	2240	3150		
	2360	3350		
	2500	3550		
	2650	3750		
	2800	4000		
	3000	4250		
	3150	4500		
	3350	4750		
	3550	5000		
	3750	5300		
	4000	5600		
	4000	6000		

Оптимальная конструкция клинового ремня определяется условиями его работы, исходя из требований передачи максимальной нагрузки (мощности) в течении определенного срока при минимальных потерях энергии.

Клиновый ремень состоит из нескольких слоев. Несущий слой является основным элементом, определяющим передаваемую мощность, а также оказывает большое влияние на долговечность изделия. В несущем слое ремней используются несколько последовательно наложенных слоев кордткани или один слой кордшнура, навитого по спирали.

Верхний слой, прилегающий к широкому основанию трапеции, носит название слоя растяжения. Он состоит из резины или из прорезиненных тканей и работает на растяжение как при изгибе ремня, так и при нахождении его между шкивами на прямолинейном участке.

Снаружи клиновые ремни обычно имеют обертку из прорезиненной ткани в 1—3 слоя. Обертка придает ремню каркасность и монолитность, лучшую устойчивость на шкивах и предохраняет рабочие поверхности от износа, но является в большинстве случаев местом зарождения начальных усталостных повреждений, развивающихся в дальнейшем в глубь сечения.

В последнее время освоен выпуск кордшнуровых клиновых ремней нового типа - без обертки рабочих поверхностей, с формованным зубом слоя сжатия. Основными достоинствами таких клиновых ремней являются: увеличенная тяговая способность и возможность передавать повышенные мощности за счет лучшего сцепления со шкивами; повышенная долговечность за счет улучшения условий теплопередачи и применения формованной зубчатой поверхности слоя сжатия вместо нарезной; исключение процесса обертки.

Для оценки качества на практике часто используются данные сравнительных испытаний ремней при эксплуатации в типичных для данного привода условиях. Это позволяет проводить работы по совершенствованию конструкций привода и технологии изготовления ремней, прогнозировать надежность приводов и получать сравнительные данные по долговечности ремней различных типов.

Список литературы:

1. Иванова, В.Н. Технология резиновых изделий./В.Н. Иванова, Л.А. Алешунин - Л.: Химия, 1988. - 288 с.
2. Лепетов, В.А. Резиновые технические изделия. - 3-е изд. испр., - Л.: Химия, 1976. - 440 с.
3. Гофман, В.Г. Вулканизация и вулканизирующие агенты. - Л.: Химия, 1968. - 464 с.
4. Минуленко, Л.И. Ускорители вулканизации. /Л.И. Минуленко, О.И. Денисова, Е.М. Струбельская // Сырье и материалы для производства РТИ. - 2002. - №1. - С. 8-11.

© Кинзябаев В.В., Батршина Г.С., 2016

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРУБОЙ КЕРАМИКИ

Куланбаева З.М

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Технологический процесс состоит из следующих этапов:

- подготовка;
- смешение;
- формование;
- сушка;
- термообработка до 800°C или обжиг;
- окончательная обработка

Подготовка включает измельчение исходных материалов путем дробления или помола, фракционирование материалов путем просеивания и изготовление смесей, предназначенных для дальнейшего формования, в соответствии сырьевым материалам и зерновому составу (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Типичный зерновой состав стандартных огнеупоров

Вид огнеупора	Содержание, %, фракции, мм			Связка/вода/ добавка
	1-5	0,1-1,0	1	
Кремнеземистые изделия	30	40	30	2,5 % извести / 2,0 % воды / 1,5 % лигносульфоната (сульфитный щёлок)
Шамотные изделия (сухого прессования)	35	25	40 (включая глину)	15 % глины / 5 % воды
Магнезиальные изделия	45	20	35 (10% < 0,06 мм)	2 % воды / лигносульфонат
Магнезиальные изделия на связке из синтетической смолы	55	30 (включая 5-20 % графита и, возможно, 2-3 % Al)	15	3 % синтетической смолы
Стандартный огнеупорный бетон	35	30	35 (включая цемент)	15 % цемента / 9 % воды (при использовании)
Низкоцементный огнеупорный бетон	35	25	40 (10% < 0,01 мм)	5 % цемента / 5 % мелкого оксидного порошка / 5 % воды (при использовании) / ~ 0,1 % разжижителя

Смешение осуществляется с лопастной мешалкой, гравитационные смесители и бегуны. В смесителе удастся оптимально смешивать материалы различных минерального и гранулометрического составов в одном и том же замесе. Другим обстоятельством при долгом смешении является то, что при использовании всех имеющихся стандартных смесительных систем процесс расфракционирования превалирует над процессом смешения. Это приводит,

особенно при сухом перемешивании, к необратимому разделению зерен через определенное время перемешивания (зависящее от типа смесителя, его размеров и состава смешиваемого материала) [1]. В смесителе, который имеет контейнер в наклонном положении, происходит обратное смешение во время одного оборота контейнера, что предотвращает любую сегрегацию материала [2]. Операции смешения должны, как правило, обеспечивать необходимые характеристики массы для формования и получения готового продукта. Это становится ясно при рассмотрении различных типов масс.

Формование. Способ формования зависит от формуемости массы (влажности, пластичности), желаемых свойств конечного продукта, числа экземпляров (изделий) и сложности их формы. Существуют следующие способы формования [3-4]:

- на гидравлических прессах и прессах ударного действия для сухих масс влажностью от 2 до 6 %. Давление прессования от 40 до 200 Н/мм². Высокосортные изделия все более широко изготавливаются с использованием технологии прессования с вакуумированием;

- на вибрационных прессах с низкой нагрузкой, особенно для производства огнеупорных изделий или их элементов из неформованных огнеупорных материалов предварительным формованием;

- изостатическое прессование для изделий, которые невозможно изготовить методами стандартного гидравлического прессования (например, защитных труб, погружаемых стаканов, тиглей), под давлением до 1000 Н/мм²;

- ручное или механическое трамбование для получения изделий сложных форм или небольших партий;

- экструзионное прессование для пластичных масс;

- шликерное литье преимущественно для изготовления керамики, специальных элементов и крупногабаритных блоков из мелких зерен. Влажность шликера от 10 до 20 %.

Сушка и термообработка до 800 °С. Прессованные заготовки, прежде всего крупные формованные изделия, должны быть высушены полностью, чтобы устранить появление трещин при сушке или дефектов после обжига. Продолжительность сушки (в зависимости от формы огнеупорных изделий и параметров сушки) составляет от нескольких суток до нескольких недель. Огнеупорные изделия, которые содержат химическую или органическую связку и не обжигаются перед использованием, высушиваются при температуре выше 150 °С. Прочность изделий повышается в результате дополнительных химических реакций и/или удаления летучих компонентов или гидратной воды.

Во время обжига формируется характерная структура огнеупорного материала как результат трансформаций, реакций в твердом состоянии, рекристаллизации, образования жидкой фазы расплава, а также процессов растворения и выделения осадка (табл. 2.2). Структура определяется типом, количеством, размерами, формой, ориентацией и распределением фаз, из которых состоит материал.

Таблица 2.2.

Температура обжига огнеупорных изделий

Огнеупорные изделия	Температура обжига, °С
Шамотные	1250-1500
Кремнеземистые	1420-1500
Высокоглиноземистые	1500-1800
Периклазсодержащие	1500-1800

Обожженные огнеупорные материалы содержат три основных структурных компонента:

-зерна (заполнитель), которые обычно не подвергаются существенному изменению во время или после обжига;

-связующую матрицу, которая образуется в первую очередь во время обжига и в большинстве случаев более пористая, чем зерна;

-поры, которые в совокупности определяют многие свойства всех материалов в одном и том же направлении.

Для обжига преимущественно используются отопляемые газом или жидким топливом туннельные печи, печи с выдвижным подом. Режим обжига, а в некоторых случаях и атмосфера в печи адаптируются к обжигаемым огнеупорным изделиям. Продолжительность обжига (оставляет примерно от трех суток до нескольких недель.

Окончательная обработка. В некоторых случаях, например при укладке изделий или блоков без мертля (без швов), из-за неточности размеров обожженных изделий необходима обработка их резанием или шлифованием.

Для улучшения коррозионной стойкости возможна пропитка термообработанных или обожженных огнеупорных изделий пеком, синтетической смолой или фосфатным раствором. Пропитка осуществляется под вакуумом.

Список литературы:

1. Philips Values Performance, Reliability of Intensive Batch Mixers, Case History, PBE International, September/October 2003, pp. 22-24.
2. Rikken, F.: Focus on Mixer Performance and Glass Batch Quality, Glass International, September/October 2004, pp. 76-77.
3. Ramakrishnan, V: Modern Developments in the Fabrication Process of High-Grade Refractory Bricks. Sprechsaal ,120 (1987), Heft 4, pp. 288 296 Heft 10, pp. 880-885.
4. Schulle, W.: Trockenpressen. Handbuch der Keramik I D 3,1, 9 p.

© Куланбаева З.М., 2016

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Куланбаева З.М., Габдульманова А.Ф.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Силикаткальциевые материалы изготавливают гидротермальным процессом из тонкомолотого сырья: извести (CaO) и кварцевой муки (SiO_2) в виде водной суспензии с малой долей твердого вещества и армирующих волокон (целлюлоза). Кажущаяся плотность материала 200-1600 кг/м^3 [1].

Изделия получают блочным способом или с применением фильтр-пресса. Минералогическое превращение с образованием главных фаз — тоберморита ($5\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 5,5\text{H}_2\text{O}$, -10 % H_2O , стабилен до 650 °С) и ксонотлита ($6\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, ~ 3 % H_2O , стабилен до 850 °С) происходит в автоклавах.

Термостойкость может быть повышена введением добавки волла-стонита (CaO-SiO_2).

Силикаткальциевые плиты обычно не содержат органических связей. Реакции дегидратации в процессе службы определяют степень усадки при обжиге и, соответственно, срок службы теплоизоляционного материала. Средний размер пор приблизительно 0,5 мкм. Силикаткальциевые плиты непригодны для службы на горячей стороне из-за их чувствительности к термическому удару. Силикат кальция — наилучший теплоизоляционный материал для применения в среде восстановительных газов, в которой нельзя использовать минеральные волокна, диатомитовые изделия и вермикулит [2].

Микропористые теплоизоляционные материалы имеют весьма низкую теплопроводность; она даже ниже, чем теплопроводность неподвижного (спокойного) воздуха. Это достигается за счет нанопорошка с размером пор менее 0,1 мкм. Это значит, что размер полостей соизмерим со средней длиной пробега молекул газа. Это ослабляет конвективную теплопередачу. Теплопередача излучением значительно уменьшается при добавлении глушителей. Главными компонентами являются тонкодисперсные кремниевые кислоты, глушители, упрочняющие волокна и добавки. Из порошковой смеси прессуют плиты или фасонные изделия [3].

Минеральные пены получают процессом газообразования, например, из исходной смеси, в которую входят неорганические заполнители, отвердитель на основе жидкого стекла и газообразователь (пропеллент). Компоненты соответствующим образом перерабатываются и формуется литьем, экструдированием или прессованием.

В процессе поликонденсации с отделением воды образуется химический геополимер. Получаемые пены быстро затвердевают. Твердение можно ускорить путем нагрева. В зависимости от поставленной цели и содержания пропеллента достигается кажущаяся плотность изделий от 100 до 800 кг/м^3 [4].

Продукция на основе стекловаты и минеральной ваты

Стекловату получают из расплава стекла, используя различное сырье и разнообразные составы. Волокна получают способами вытягивания, раздува,

центрифугирования и их сочетанием. Состав стекла зависит от конкретного назначения продукта (стекло А-, С- и Е-типов). Продукцию из стекловолокна применяют главным образом до 500°C, а при специальных составах — до 750 °С.

Минеральную вату получают переплавом шлаков и/или горных пород в вагранках или в дуговых печах. Следующая стадия процесса — волокнообразование из расплава на устройствах раздува или центрифугирования. Предельные температуры применения также находятся в диапазоне 600-750 °С и зависят от химического состава минеральной ваты.

На отдельных отделочных линиях происходит дальнейшая переработка стекло- и минеральной ваты в рулонную теплоизоляцию, маты, картон, формованные изделия, нити и шнуры.

В табл. 1.1 приведены типичные характеристики плит из минеральной ваты, силиката кальция и микропористых теплоизоляционных материалов. Наиболее важные объекты применения: тепло-, крио-, звукоизоляция зданий, судов, самолетов, автомобилей и др.

Таблица 1.1.

Типичные характеристики минеральной ваты, силиката кальция и микропористых теплоизоляционных плит

Показатели	Минеральная	Силикат кальция	Микропористые теплоизоляционные плиты
Классификационная температура, °С	750 ¹⁾	950	950
Кажущаяся плотность, кг/м ³	150	250	300
Предел прочности при сжатии на холоду, Н/мм ²	-	1,5	1,5
ТКЛР, К ⁻¹	Н.о. ¹⁾	54 • 10 ⁻⁷	-
Теплопроводность, Вт/(м·К):			
при 200 °С	0,06	0,07	0,02
при 400 °С	0,09	0,10	0,03
при 600 °С	0,18	0,14	0,04
при 800 °С	-	0,17	0,06
Удельная теплоемкость, кДж/(кг·К)	0,84	0,88	0,90
Массовая доля, %:			
Al ₂ O ₃	16	0,5 ^{2>}	2 ^{1>}
SiO ₂	41	44 ²⁾	65 ^{1>}
Fe ₂ O ₃	4	0,1 ²⁾	30 (TiCyFeO) ²⁾
оксиды щелочных металлов	7	0,2 ^{2>}	-
CaO/МдО	32	43 ²⁾	-

Список литературы:

1.Krasselt, V.; Anton, O.; Pribyl, M.: Technical Ceramics and Insulation Material Made of Calcium Silicate. 14. Konferenz Qber feuerfeste Baustoffe 05/2003, Prag, pp. 187-193.

2.HauBler, K. and Schlegel, E.: Untersuchung zur technischen Verbesserung von Calciumsilikatdammstoffen. Internationale Konferenz Qber warmedammende

feuerfeste Werkstoffe, September 28-29, 1994, in Prague, Convention Proceedings, pp. 10-18.

3. Krasselt, V. and Anton, O.: Special Benefit with New Microporous Materials. cfi/Ber. DKG, 79 (2002), No. 1-2.

4. Patentschrift DE-OS 4037576 dated 26 NOV 1990: Herstellung von geschäumten mineralischen Schaumkörpern und Schaumstrukturen aus Oxidgemischen des Calciums, Siliziums, Aluminiums und/oder Magnesiums und wässrigen Lösungen von Alkalisilicaten und ihre Verwendung.

© Куланбаева З.М., Габдульманова А.Ф., 2016

УДК 666.9

ТЕХНОЛОГИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ

Латыпова Э.Р., Кислицина Т.В., Шаяхметов У.Ш.

Бакирский государственный университет, г. Уфа

На сегодняшний день повсеместно изготавливается и производится широкий перечень различных железобетонных изделий. И это неудивительно, так как при возведении зданий необходимы железобетонные фундаментные блоки, сваи, плиты перекрытия, лестничные марши и ступени. При строительстве дорог, автобанов, аэродромов используют специальные дорожные и аэродромные плиты. При сооружении колодцев - колодезные кольца, днища, крышки колодцев. Также существует множество других специальных железобетонных изделий.

Железобетон - строительный материал, состоящий из двух основных компонентов: стальная арматура и бетон. Две стихии, две противоположности. Бетон отлично работает на сжатие (со временем, при длительном воздействии сжимающих сил, - даже упрочняется). Арматура прекрасно работает на растяжение. Прочность арматуры на растяжение в 100-200 раз больше чем у бетона. В ЖБК, эти два материала друг друга дополняют и удерживают в заданных рамках. Если оба материала (бетон и стальная арматура) будут работать как одно целое, т. е. если мы получим одинаковую прочность в зоне сжатия и в зоне растяжения изгибаемых ЖБК, то в несколько раз повысится прочность сооружения из железобетона на изгиб. Чтобы этого добиться, в подвергаемую растяжениям часть ЖБК вводят прутья арматуры определенного сечения. Благодаря этому, железобетонные изделия не ломаются при изгибе и могут выдерживать во много раз большую разрушающую нагрузку.



Железобетонные плиты заводского изготовления

Любые отдельно взятые железобетонные изделия - фундаментные блоки, плиты и перемычки, столбы и заборы - изготавливаются по специфической технологии с определенной системой армирования, рецептурой бетона и т. д. Однако в общем технологический процесс производства складывается из следующей последовательности операций:

- приготовление бетона;
- изготовление арматуры и производство каркаса;
- армирование ЖБИ;
- формование бетонной смеси;
- температурно-влажностная обработка изделия;
- декоративная отделка лицевой поверхности.

В соответствии с методикой реализации процесса формования можно выделить три основные схемы изготовления ЖБИ:

- Производство в формах неподвижного типа предполагает проведение всех технологических операций, начиная с подготовки и оканчивая разборкой опалубки на одном месте. Примером реализации такой схемы является формование ЖБИ в матрицах, в кассетах или на плоских стендах.

- Производство в формах перемещаемого типа предусматривает поэтапную транспортировку опалубки с залитым раствором от одного производственного поста к другому. Такая производственная схема распространяется на поточно агрегатный и конвейерный способ формования.

- Формование непрерывного типа – это сравнительно новая производственная схема, которой свойственна эффективность, высокая производительность и относительно малые энергозатраты. Способ осуществляется с применением вибропрокатного стана.

Широкие формообразующие и технические возможности железобетонных конструкции создают для архитектуры разные удобства, такие как придание

зданиям строгий геометризм форм, перекрытие без промежуточных опор огромные зальные помещения и т.д.

Современные железобетонные конструкции придают эстетическую выразительность и грамотное сочетание не только жилым и гражданским зданиям, но также инженерным и промышленным сооружениям.

Железобетонные конструкции позволяют варьировать многими способами планировки здания и их объемно-пространственной структуры, что также отмечает железобетон достижением мирового строительства и подчеркивает особую роль в этой сфере.

Список литературы:

- 1.Баженов Ю.М., Комар А.Г. , "Технология бетонных и железобетонных изделий", М. "Стройиздат", 1994г.
- 2."Учебник для Вузов. Технология строительного производства", М. "Стройиздат", 2001г.
- 3.Третьяков А.К., Роженко М. П . "Арматурные и бетонные работы", . М. "Высшая школа", 2000г.

© Латыпова Э.Р., Кислицина Т.В., Шаяхметов У.Ш., 2016

УДК 622.276.53

СТАНОК-КАЧАЛКА С УСТЬЕВЫМ УРАВНОВЕШИВАЮЩИМ ГРУЗОМ

Масленникова Ю.С.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Открытие и ввод в промышленную разработку залежей нефти Западной Сибири, расположенных на глубинах 3000...3500 метров, связаны с большими осложнениями при эксплуатации добывающих скважин. Выработка запасов нефти, неизбежное снижение пластового давления и притока жидкости к скважине требуют применения механизированных способов её подъема при значительных глубинах подвески насосов.

Большие нагрузки, повышенное содержание мехпримесей, кривизна стволов скважин в значительной мере снижают эффективность насосной эксплуатации скважин. Большая глубина скважины неизбежно связана с существованием искривленных участков ствола, в которых возникают силы полусухого трения.

Сочетание большой глубины подвески насоса с кривизной и наклоном ствола при подъеме нефтей с повышенным содержанием мехпримесей, выносимых из пласта (прежде всего, кварцевого песка) или образующихся в скважине (продуктов коррозии металла), попадая в зону трения, многократно увеличивает силы граничного трения штанг о трубы и в еще большей степени осложняет эксплуатацию скважин и увеличивает нагрузки на привод.

Широко распространенное роторное уравнивание штанговых установок предусматривает компенсацию нагрузок, действующих на головку

балансира только на кривошипе, и в этом процессе участвуют все элементы четырехзвенника, что приводит к их чрезмерному перегрузу. В результате – преждевременные отказы и рост потребляемой электроэнергии штанговой установкой.

Перечисленные факторы обуславливают необходимость поиска новых методов уравнивания станков-качалок (СК).[1]

Цель работы – повышение эффективности эксплуатации глубоких скважин обоснованием использования станка-качалки с устьевой уравнивающей системой, позволяющей снизить энергопотребление и нагрузки на привод.

Основные задачи исследований:

1) Провести анализ эксплуатации скважин, оборудованных установками скважинных штанговых насосов (УСПН) по НГДУ «Туймазанефть», а также конструкций приводов штанговых насосов;

2) Разработать конструкцию устьевой уравнивающей системы станка-качалки для эксплуатации глубоких скважин;

3) Исследовать влияние вязкости эмульсии на работу устьевой уравнивающей системы;

4) Разработать технологию эксплуатации глубоких скважин с повышенным содержанием механических примесей в откачиваемой продукции.

Решение поставленных задач базируется на анализе состояния разработки выбранных объектов, результатах и анализе промысловых исследований с использованием современных методов обработки исходной статистической информации об объекте, на обобщении результатов промышленных испытаний.[2]

Научная новизна:

1) Обоснованы принципы и предложены технические решения, направленные на снижение экстремальных нагрузок на привод штанговой установки в условиях эксплуатации глубоких скважин с повышенным содержанием механических примесей в продукции;

2) В результате исследования механизма формирования нагрузок на привод разработана методика расчета устьевой уравнивающей системы, позволяющая оценить влияние вязкости эмульсии в период релаксации на вес уравнивающего контргруза.

На защиту выносятся теоретические выводы и обобщения, методы, практические рекомендации по совершенствованию системы уравнивания привода штанговой установки, новые технические решения для эксплуатации глубоких скважин с повышенным содержанием механических примесей в продукции.

Разработана и внедрена конструкция устьевой уравнивающей системы станка-качалки, позволяющая уменьшить на 25 %...40 % нагрузки на головку балансира.

Предложена технология эксплуатации глубоких скважин с повышенным содержанием механических примесей штанговым насосом новой конструкции.

В работе обоснована актуальность работы, сформулированы ее цель и основные задачи, приведены основные положения, выносимые на защиту, показаны научная новизна и практическая ценность результатов работы.

Проведен анализ отказов станков-качалок по НГДУ «Туймазанефть» и рассмотрен опыт эксплуатации скважин штанговыми установками, а также конструкций приводов скважинных штанговых насосов (СШН).

Рассмотрены вопросы, касающиеся совершенствования системы уравнивания СК.

Приведена методика расчета веса контргруза для устьевой уравнивающей системы при статистическом и динамическом режимах работы скважин, а также в период релаксации. Методика основана на исследовании сил, действующих на колонну насосных штанг при ходе вниз.

Рассмотрены результаты промысловых испытаний штанг устьевой уравнивающей системы станка-качалки, проведенные на скважинах по НГДУ «Туймазанефть».

Основные выводы и рекомендации:

1) Статистический анализ работы скважин, оборудованных штанговыми установками, позволил установить взаимосвязь между обводненностью нефти, амплитудой нагрузок на головку балансира и наработкой на отказ станков-качалок;

2) Разработана новая методика расчета веса устьевого уравнивающего устройства для статического и динамического режимов работы скважины, а также в период релаксации. Методика основана на исследовании баланса сил, действующих на колонну штанг при ходе вниз;

3) Изучено влияние изменения вязкости эмульсии в процессе релаксации после запуска скважины в работу на силы трения, входящие в уравнение баланса, а следовательно, на вес уравнивающего груза;

4) Для повышения эффективности эксплуатации глубоких скважин (3000...3500 м) разработана устьевая уравнивающая система станка-качалки, позволяющая снизить нагрузки на головку балансира на 25 % ... 40 %;

5) Разработана принципиально новая конструкция скважинного штангового насоса, позволяющая путем отделения механических примесей на приеме насоса от откачиваемой продукции уменьшить коэффициент трения штанг о трубы, и тем самым снизить амплитуду нагрузок на головку балансира в наклонных скважинах.

Список литературы:

1. Повышение качества аппаратуры обеспечением взаимозаменяемости при изготовлении/ Р.Г. Абдеев, Р.И. Сайтов, Э.Р. Абдеев, М.М. Мударисов, -Уфа:АН РБ, Гилем, 2011-304с.

2. Станки-качалки. Технические условия. ГОСТ 5866-76. / Государственный комитет СССР по стандартам. Москва, 1986, 13 с.

© Масленникова Ю.С., 2016

НАРУШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ППУ.

Муллахметов О.Р.

*Башкирский государственный университет, г. Уфа
electron.rf@mail.ru*

Пенополиуретан – наиболее энергоэффективный теплоизоляционный материал, для производства строительных элементов благодаря высоким физико-механическим свойствам.

Образование пенополиуретана как газонаполненных пластмасс происходит при реакции двух жидких компонентов (двухкомпонентной ПУ смеси): компонент «А» - полиол и компонент «Б» - полиизоционат, в результате образуются микрокапсулы, заполненные воздухом.

Дело в том, что ППУ компоненты сами по себе токсичны, но вступая в реакцию друг с другом, образовывается соединение абсолютно безвредное, что подтверждают многочисленные испытания.

Но при этом нами было замечено, что допущенные нарушения технологического процесса, такие как номинальная температура, давление подачи и дозирование компонентов при изготовлении ППУ могут привести к тому, что химическая реакция протекает неравномерно, если по периферии поверхности элемента химическая реакция уже завершилась, то в глубоких слоях она может продолжаться еще долгое время. Это приводит к тому, что плотность ППУ по всей поверхности неравномерна от чего нарушаются теплоизоляционные свойства, необратимо изменяется геометрия изготавливаемых элементов.

Мы считаем, что нарушения технологии при производстве строительных элементов с применением ППУ недопустимы, так как использование элементов с дефектами затрудняет монтаж строительных объектов, приводит к нарушению теплоизоляции строений и приводит к необоснованным финансовым затратам на исправления недостатков.

© Муллахметов О.Р., 2016

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ СУРАКАЕВСКОЙ ГЛИНЫ

Салихова И.И., Хайдаршин Э.А., Третьякова В.С., Шаяхметов У.Ш.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Суракаевская глина месторождения Республика Башкортостан (Куюргазинский район) представляет интерес в качестве сырья для производства штучных керамических изделий и в настоящее время она также используется в производстве керамической плитки.

Добыча глины производилась открытым способом с помощью экскаваторов и ручным способом (Рис.1). Производилась также очистка и естественная сушка до влажности менее 8 процентов.



Рис.1 Вид минерального сырья – суракаевской глины на месторождении

Для использования суракаевской глины в технологии керамики нами производились работы по принудительной ее сушке, измельчению и разделению на фракции.

Подготовленная таким образом глина пригодна для использования в производстве технической керамики. Она может быть применена как тонкомолотая составляющая как художественной, так и технической керамики и огнеупоров. Для получения шамота необходима термообработка при температуре 1350°C частичного спекания. Используя шамот и тонкомолотую составляющую на химических связках возможно изготовление штучных керамических изделий огнеупорного назначения

Список литературы:

1. Шаяхметов У.Ш., Батршина Г.С., Фахретдинов И. А. Композиционные материалы на основе суракаевской глины //Материалы I научно-практической конференции с международным участием «Новые технологии в материаловедении» - Уфа:РИЦ БашГУ, 2015. С.58-60.

© Салихова И.И., Хайдаршин Э.А., Третьякова В.С., Шаяхметов У.Ш., 2016

УДК 321.313

УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ПОСТОЯННОГО ТОКА ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Утябаев Д. М., Абдеев Э.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Ключевые слова: электрические машины постоянного тока.

Обеспечение качества изготовления машин, аппаратов и агрегатов технических и технологических комплексов является актуальной задачей.[1]

Электрические машины постоянного тока делятся на генераторы и двигатели. Генераторы вырабатывают электрическую энергию, поступающую в энергосистему; двигатели создают механический вращающий момент на валу, который используется для привода различных механизмов и транспортных средств.

Электрические машины обратимы. Это значит, что одна и та же машина может работать и как генератор, и как двигатель. Поэтому можно говорить об устройстве машин постоянного тока, не рассматривая отдельно устройство генератора или двигателя.

Значительно реже находят применение машины, предназначенные для работы как в генераторном, так и в двигательном режимах. Это так называемые стартер-генераторы, которые устанавливаются на некоторых подвижных объектах.

Генератор и двигатель отличаются расчетными и конструктивными особенностями. Поэтому использование двигателя в качестве генератора или генератора в качестве двигателя приводит к ухудшению эксплуатационных характеристик машин, в частности к снижению коэффициента полезного действия.

В любой машине постоянного тока четко выделяются подвижная и неподвижная части. Подвижную (вращающуюся) часть машины называют ротором, неподвижную статором.

Часть машины, в которой индуцируется электродвижущая сила, принято называть якорем, а часть машины, в которой создается магнитное поле возбуждения,— индуктором. Как правило, в машине постоянного тока статор служит индуктором, а ротор — якорем.

Статор машины постоянного тока называют также станиной. Станину изготавливают из магнитопроводящего материала (обычно литая сталь); он выполняет две функции, являясь, во-первых, магнитопроводом, по которому проходит магнитный поток возбуждения машины, и, во-вторых, основной конструктивной деталью, в которой размещаются все остальные детали. Изнутри к станине крепятся полюсы. Полюс машины состоит из сердечника, полюсного наконечника и катушки. При прохождении по катушкам постоянного тока в полюсах индуцируется магнитный поток возбуждения. Помимо главных полюсов в машинах повышенной мощности (более 1 кВт) устанавливаются дополнительные полюсы меньших размеров, предназначенные для улучшения работы машины. Катушки дополнительных полюсов включают последовательно с обмоткой якоря.

Обмотка вращающегося якоря соединяется с помощью коллектора и щеток с неподвижными клеммами, через которые машина включается в электрическую сеть.

Сердечник якоря и коллектор крепятся на одном валу. Стальной вал якоря опирается на подшипники, закрепленные в боковых щитках машины. В свою очередь боковые щитки крепятся болтами к статору.

Для уменьшения вихревых токов и связанных с ними тепловых потерь сердечник якоря набирают из тонких листов электротехнической стали, изолированных друг от друга лаковым покрытием. В теле якоря сверлят вентиляционные каналы, по которым проходит охлаждающий воздух. В пазы сердечника якоря укладывают проводники обмотки якоря, соединенные с коллекторными пластинами.

Коллектор набирают из медных пластин, разделенных миканитовыми прокладками. Поверхность медных пластин специально обрабатывают, чтобы повысить их устойчивость к истиранию.

Электрическое соединение вращающейся обмотки якоря с неподвижными клеммами машины осуществляется с помощью щеток, скользящих по коллектору.

Щетки вставляются в специальные обоймы щеткодержателя и прижимаются к коллектору спиральными или пластинчатыми пружинами. Щеткодержатели крепятся к траверсе, которую вместе со щетками можно поворачивать относительно статора на некоторый угол в ту или другую сторону.

В качестве основы для изготовления щетки используют графит. Чтобы получить заданные свойства (определенную электропроводность, повышенную сопротивляемость к истиранию), в щетку добавляют порошки металлов (медь, свинец).

Список литературы:

1. Повышение качества аппаратуры обеспечением взаимозаменяемости при изготовлении/ Р.Г. Абдеев, Р.И. Сайтов, Э.Р. Абдеев, М.М. Мударисов, -Уфа:АН РБ, Гилем, 2011-304с.
2. Ермолин Н.П. Электрические машины. – М.: Высшая школа. 1975.
3. Копылов И.П. Электрические машины. – М.: Высшая школа, Логос. 2000.

© Утябаев Д. М., Абдеев Э.Р., 2016

УДК 666.3

ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ДВИГАТЕЛЕ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ (Проект «FORSAN »)

Хамидуллин А.Р., Трифонов А.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Множество автолюбителей сталкиваются с проблемой большого расхода топлива, уменьшения мощности, общий ресурс своего личного транспортного средства. Как известно, в двигателях внутреннего сгорания, вне зависимости от потребляемого топлива, присутствует процесс трения и износа

функциональных элементов. В целях снижения трения между узлами механизмов используются моторные масла.

В последнее время было разработано очень большое количество моторных масел, отличающихся способностью смазывать, проникать, чистить узлы и агрегаты двигателей внутреннего сгорания. Но все же, старания разработчиков далеки от идеала.

Инновационными идеями сегодня являются замена трущихся функциональных деталей и нанесение на их поверхность композитных керамических материалов. Поскольку керамические материалы способны выдерживать большие температуры без изменения своих физико-химических свойств, именно данные материалы находят все большее применение в термических агрегатах.

Одним из представителей инновационных направлений является проект «Forsan» [1].

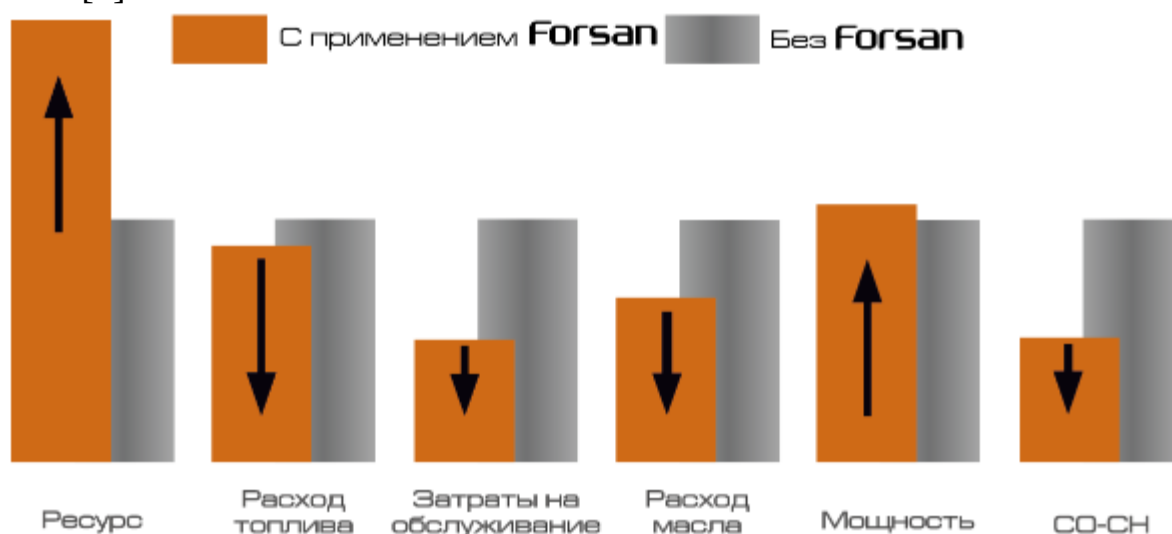


Рис. 1 Диаграмма характеристик двигателей внутреннего сгорания с/без обработки с применением «Forsan»

«Forsan» – продукт «нанотехнологий», обладает уникальной способностью не только значительно улучшать механические характеристики машин и механизмов, но и восстанавливать изношенные детали. Восстановление происходит за счёт образования в зонах трения металлокерамического покрытия с аномально низким коэффициентом трения и высокой износостойкостью.

Сравнительная диаграмма



Рис.2 Сравнительная диаграмма характеристик двигателей внутреннего сгорания с/без обработки с применением «Forsan»

На современном этапе научно-технического развития синтезатор металлов Forsan - самое эффективное средство по борьбе с износом деталей пар трения механизмов любых типов, в том числе двигателей внутреннего сгорания любых типов. Это подтверждается многочисленными заключениями лабораторий, результатами испытаний на стендах и реальной эксплуатацией техники и механизмов практически во всех отраслях промышленности в течение последних лет.

Главными свойствами, с физико-технической точки зрения, данного продукта является образование целостного слоя с металлическим

основанием и одинаковый с металлами коэффициент линейного термического расширения. Обработанные детали имеют низкий коэффициент трения, являются стойкими к электрохимической коррозии, а также происходит устранение эффекта обезводораживания металлов в зонах трения. Поэтому обработанные детали будут обладать уникальными антифрикционными и антизадирными свойствами.

Применение «Forsan», отражается в первую очередь: на экономии топлива на 10%-15% (при расходе 10л/100км). Согласно статистическим данным [2], средний пробег автолюбителя составляет 16 тыс.км/год и при расходе 10л/100км будет затрачено 1600 литров топлива в год, из которых возможно сэкономить до 240 л/год. При сегодняшней стоимости бензина Аи-92 34,60 рублей/л экономия в год составит 8304 рубля.

Таким образом, применение инновационного продукта «Forsan» является экономически выгодным предложением для автолюбителей XXI века.

Список литературы:

1. http://www.v-ps.ru/forsan/html/obrabotka_avto_pers.htm
2. <http://www.gks.ru>

© Хамидуллин А.Р., Трифонов А.А., 2016

МИНЕРАЛЫ БАШКОРТОСТАНА ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ТЕХНОЛОГИИ ОГНЕУПОРНЫХ И КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Халиков Р.М., Янгильдин В.А., Чудинов В.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Основными сырьевыми материалами для производства огнеупоров являются беложгущие, огнеупорные и тугоплавкие глины, каолины, полевошпат, кварцевые пески, глинозем, доломиты и целый ряд других видов минералов. На территории Башкортостана залегают белые и серые глины, пригодные для производства огнеупорных, кислотоупорных и других керамических изделий, которые в настоящее время еще используются недостаточно в технологии композиционных материалов.

Данная работа нацелена на обобщение геологических исследований месторождений термостойких глин и других минералов республики.

На территории республики разведано свыше 150 месторождений указанных глин [1]. На восточном склоне Урала: в Баймакском и Хайбуллинском районах известно более 12, в горной полосе (Белорецкий и Бурзянский районы) – свыше 10 и в западной зоне – не менее 125 месторождений [2].

Талалаевское месторождение тугоплавких глин расположено в Стерлитамакском районе республики Башкортостан в 0,5 км к западу от ст. Куганак. Запасы наиболее крупного месторождения тугоплавких глин составляют около 3 млн. тонн. Глины весьма неоднородные по химическому составу: это полиминеральные глины, которые составлены каолинитом, гидрослюдой, монтмориллонитом, смешанно-слоистыми образованиями. Минеральный состав: каолинит (48–50%), гидрослюда (10–13%), монтмориллонит (0–22%), кварц (14,52–23,2%) и др. Глины Талалаевского месторождения отличаются высоким содержанием тонкодисперсных фракций, высокой пластичностью (число пластичности 32–36); огнеупорность колеблется от 1560 до 1620°C.

Тавтимановское месторождение огнеупорных глин расположено на расстоянии 1 км от ст. Тавтиманово (Иглинский район), в 55 км от г. Уфы и представлено тремя участками: Ново-Троицким, Карповским и Кудеевским. Выделены белая, светло-серая, серая и темно-серая разновидности. Светло-серые глины **Тавтимановского месторождения** могут быть использованы для производства канализационных труб. Отдельные разновидности глин (белые) нашли применение в составе масс для производства санитарно-технических изделий и облицовочных плиток.

Кутлугузинское месторождение расположено в Гафурийском районе Башкортостана, в 20 км от ст. Белое озеро. Продуктивная толща представлена телом озерно-аллювиальных среднезернистых песков. Мощность вскрыши 3–15 м, полезной толщи – 15,2 м. Химический состав средней пробы (%): SiO_2 – 98,25; Al_2O_3 – 0,49; Fe_2O_3 – 0,29; TiO_2 – 0,38. После обогащения химический состав песка (%): SiO_2 – 98,29; Al_2O_3 – 0,52; Fe_2O_3 – 0,047; TiO_2 – 0,042.

Обогащенные пески могут быть использованы в производстве полированного стекла. Методом мокрого обогащения содержание оксида железа снижается до 0,09%.

Байгузинское месторождение расположено в Ишимбаевском районе Республики Башкортостан, в 10 км к юго-востоку от станции Ишимбаево. Залежь озерно-аллювиальных кварцевых песков имеет линзообразную форму. Мощность полезной толщи песков – 6–17 м. Химический состав (%): SiO_2 – 96,32–99,74; Al_2O_3 – 0,10–0,73; Fe_2O_3 – 0,03–1,18; CaO – 0,12–1,04; MgO – 0,0–0,23. Запасы месторождения составляют 906 тыс. тонн.

Месторождение пирофиллита Куль-Юрт-Тау находится в 6 км от г. Баймак Республики Башкортостан. На месторождении Куль-Юрт-Тау в пирофиллит-кварцевых сланцах содержание кварца составляет 50–55%, пирофиллита ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) – 40–45%, глинозема – 10–12%, суммы щелочей – 0,5–1,0%, суммы оксидов железа, марганца, титана – 0,8–1,2%. Технологические исследования пирофиллитового сырья месторождения Куль-Юрт-Тау, выполненные в последние годы, показали возможность его использования в керамическом и огнеупорном производстве [3]. Были исследованы изменения фазового и химического составов при нагревании пирофиллитового сырья данного месторождения в аспекте его использования для получения керамических изделий. Пирофиллитовое сырье – пирофиллит-кварцевый сланец, обожженное при 1200°C (для улучшения эксплуатационных характеристик: прочности, малоусадочности) имеет следующие технологические свойства: кажущаяся плотность 1,8 г/см³, пористость открытая 26%, предел прочности при сжатии 130–150 МПа.

В заключение можно сделать вывод, что в Башкортостане имеются месторождения сырья высококачественных каолинов, огнеупорных глин, пирофиллитов, бокситов, карбонатных, кварцевых, полевошпатовых и др. полезных ископаемых, которые востребованы керамической промышленностью.

Список литературы:

1. Солодкий Н.Ф., Шамриков А.С., Погребенков В.М. Минерально-сырьевая база Урала для керамической, огнеупорной и стекольной промышленности. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. 332 с.
2. Масленникова Г.Н., Солодкий Н.Ф., Солодка М.Н., Шамриков А.С. Использование каолинов различных месторождений в тонкой керамике. // Стекло и керамика. 2004. №8. С.14–24.
3. Шаяхметов У.Ш., Мустафин А.Г., Амиров Р.А. Пирофиллит и материалы на его основе. – М.: Наука, 2007. 164 с.

© Халиков Р.М., Янгильдин В.А., Чудинов В.В., 2016

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСШИРЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОПТИЧЕСКОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ДИЛАТОМЕТРЕ «MISURA® ODLT»

Шаяхметов А.К., Третьякова В.С., Хайдаршин Э.А., Хисматуллин М.Г.

Бакирский госуаарственный университет, г. Уфа

Горизонтальный оптический дилатометр MISURA® ODLT с функцией дифференциального термического анализа (ДТА) позволяет проводить дилатометрический анализ материалов до 1600°C и анализировать образцы в цикле отжига с максимальной скоростью нагрева до 30°C/мин. Misura® ODLT. Используя оптический двухлучевой принцип фиксации размеров образца, прибор обеспечивает высокую точность измерения коэффициента линейного термического расширения не только при температурах, при которых исследуемый материал проявляет свойства твердого вещества, но и в диапазоне температур, где материал обладает вязкопластическими свойствами. Благодаря оптическому принципу измерения проблема искажений вносимых за счет контакта зонда дилатометра с исследуемым образцом просто не возникает. Образец в печи размещается горизонтально и освещается двумя параллельными пучками голубого света с длиной волны 478 нм. Две длиннофокусные цифровые камеры регистрируют изображение образца с каждой стороны с точностью до нескольких сотен долей микрона. Одновременное измерение с двух сторон образца двумя световыми пучками без контакта с образцом обеспечивает абсолютное измерение длины.

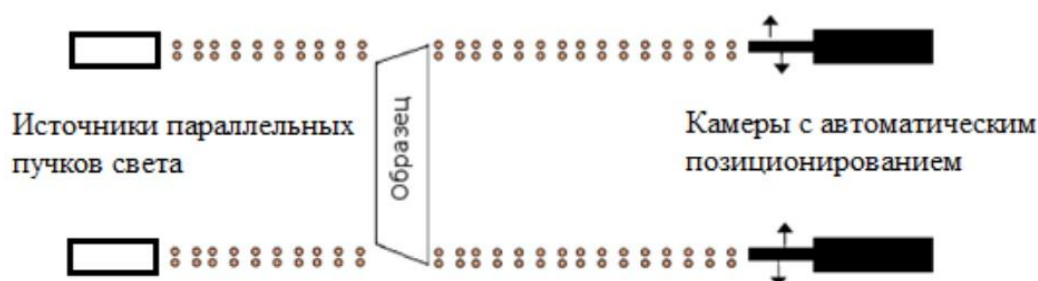


Рис.1 Схема работы оптического дилатометра MISURA® ODLT

Данный прибор является идеальным для измерения, в котором материал меняется от твердого состояния через вязкую фазу в жидкость. Благодаря оптическому дилатометру мы можем проводить исследования материала на всем диапазоне температур промышленного цикла термической обработки.

Усадка или расширение, определение коэффициента линейного термического расширения (КЛТР) на дилатометре MISURA®ODLT имеет конечно же свои особенности связанные с:

1.Подготовкой образца

- образец имеет форму параллелепипеда с размерами 50 мм x 5 мм x 5 мм (стандартно), края скошены расположение горизонтальное (рис.2);

- необходимо использование пресс инструмента для безобжиговых материалов (на рис.3 представлен рисунок пресс-формы, изготовленной в процессе выполнения экспериментов);

- требуется правильное определение первоначальной длины образца, что необходимо, как первоначальные данные для верного расчета и отображения программой выходных данных.

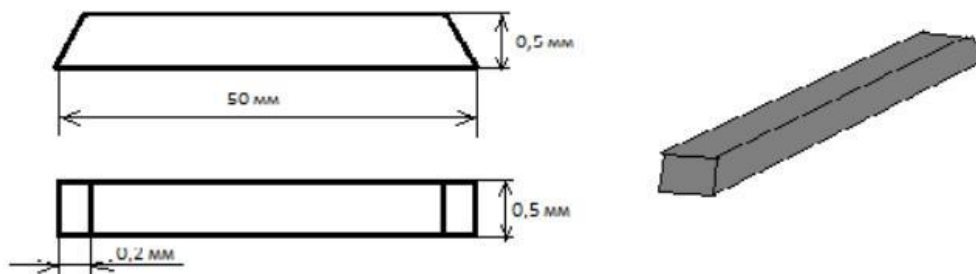


Рис.2 Стандартные линейные размеры исследуемых образцов



Рис.3 Пресс-форма

2. Настройка параметров дилатометра, анализ, отображение и вывод результатов исследования

- под настройкой параметров подразумевается правильное горизонтальное и поперечное расположение относительно оси установки и центрирование скошенных торцов образца относительно смотровых окон левой и правой видеокамер, залог получения качественных конечных результатов при достижении максимальных температур образца в $1500 - 1600^{\circ}\text{C}$ (размягчение образца, плавление, разрушение и значительное изменение длины относительно первоначальной длины), ввод цикла нагрева, скорости нагрева, времени нагрева;

- анализ, отображение и вывод данных заключается в правильном выборе масштаба, определения температурных промежутков, пиков, отображения графиков и текущей информации на графиках.

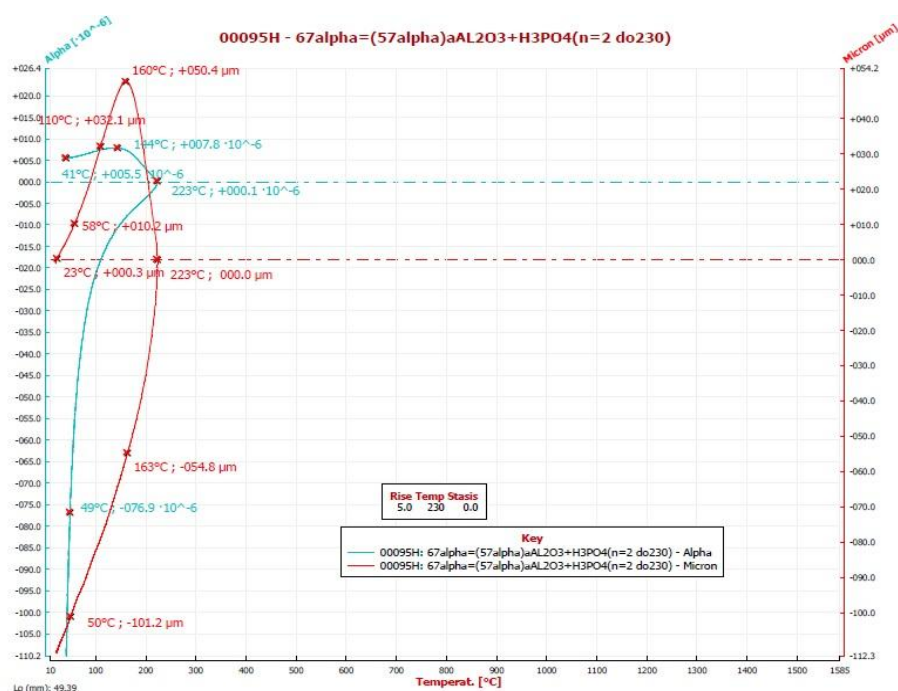


Рис.4 Пример выходных данных на графиках

© Шаяхметов А.К., Третьякова В.С., Хайдаршин Э.А., Хисматуллин М.Г., 2016

УДК 666.7

ПИРОФИЛЛИТОВОЕ СЫРЬЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУЛЬ-ЮРТ-ТАУ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Шаяхметов У.Ш., Янышева Г.Х., Киеккужина Л.У., Третьякова В.С.

Бакирский государственный университет, г. Уфа

Пирофиллитовые породы в настоящее время применяются в производстве тонкой керамики, фарфора и глазури высокого качества без изменения технологического процесса. Пирофиллит заменяет каолин и кварц, и его вводят совместно с полевым шпатом и глиной. Основное назначение пирофиллитовых изделий - футеровка низкотемпературных участков металлургических печей, вагранок, поддонов, ковшей и тд.

Известно исследование пирофиллитового сырья с 1867 г. для производства огнеупоров. Промышленное применение пирофиллит получил для производства маяковых и сажевых горелок. Первое обоснование для этого дали Г.Л. Ефремов и П.Г. Гусева, которые в 1935 г. предложили вытачивать наконечники горелок из овручского пирофиллита. Пирофиллит-кварцевые сланцы месторождения Куль-Юрт-Тау испытаны в УралНИИСтромпроекте Е.В. Зализовским (1986 г.) в качестве заполнителя жаростойких бетонов и в работах [1-3]. Анализ разработок по огнеупорам, ведущихся в России и за рубежом, показывает, что все они направлены на повышение ударной прочности, плотности, термостойкости, огнеупорности, коррозионно и шлакоустойчивости изделий, а также снижения их металлопроницаемости и стоимости.

Однако необходимо продолжения работ по освоению пирофиллитовых сырьевых материалов различных месторождений с целью их дальнейшего применения в промышленности

В связи с этим нами предложено использование пирофиллитового сырья Куль-Юрт-Тау (рис.1) путем механической обработки с использованием различных вариантов технологии измельчения, сушки и обжига. Проведенные технологические исследования кварц-пирофиллитовых пород месторождения Куль-Юрт-Тау показали, что они могут успешно применяться для изготовления жаростойких изделий различного назначения из керамического пирофиллитного сырья. Материалы изделий характеризуются хорошим качеством и соответствует нормативным требованиям, предъявляемым к разработанным керамическим материалам.



а)



б)

Рис.1 Месторождение (а) и образец породы пирофиллитового сырья (б)
Куль-Юрт-Тау (Баймакский район)

Пирофиллитовое сырье месторождения Куль-Юрт-Тау может быть предложено к использованию как керамическое сырье для огнеупорной и керамической промышленности РФ.

Список литературы:

1. Шаяхметов У. Ш., Мустафин А. Г., Амиров Р. А. Пирофиллит и материалы на его основе. - М.: Наука. 2007. - 168 с.
2. Шаяхметов У.Ш., Мустафин А.Г. Исследование кварц-пирофиллитовых пород месторождения Куль-Юрт-Тау в качестве сырья для производства керамических материалов // Сборник научных трудов ГУП «БашНИПИСтром», посвященный 75-летию института. Выпуск 1. – Уфа: РИЦ «Старая УФА», 2003. -68с.
3. Сабитова З.Ш., Мустафин А.Г., Шаяхметов У.Ш. Пирофиллит. Свойства и применение // Сборник научных трудов ГУП «БашНИПИСтром», посвященный 75-летию института. Выпуск 1. – Уфа: РИЦ «Старая УФА», 2003. -68с.

© Шаяхметов У.Ш., Янышева Г.Х., Киеккужина Л.У., Третьякова В.С., 2016

МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ СЫРЬЯ 22.03.01.

Ягудина Р.Д., Газизова Л.Н., Захаров А.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфаrina1.97@mail.ru

В керамическом производстве магнитная сепарация применяется на стадии подготовки сырья, как при дроблении крупных минералов или вторичного сырья, так и при помоле в шаровых мельницах с металлическими шарами.

В нашей работе обсуждаются проблемы магнитной сепарации сырья, полученного после мелкого помола в шаровых мельницах. Металлические шары, при ударах о минеральную массу впрессовывают в частички помола микроскопические металлические частички. Для их удаления одних пондеромоторных магнитных сил не достаточно. Для повышения магнитных сил требуются не столько большие напряженности магнитного поля, как сильные его градиенты.

Вторым механизмом, способствующим отделению металлических пылинок от минерального помола служит ультразвук. Он генерируется в нашей многосекционной магнитной системе током высокой частоты, превышающей 20 кГц.

Для получения градиентов магнитного поля нами предлагается решеточная система токов, встроенную в стальной вращающийся барабан корпуса шаровой мельницы, выносящая металлический порошок из объема мельницы.

Проведенные нами расчеты, показали, что 95% сырья, пройдя сепарацию, становятся чистым, а 5%- это то, сырье, которое улетело в виде пыли, отсеиваясь вместе с железом.

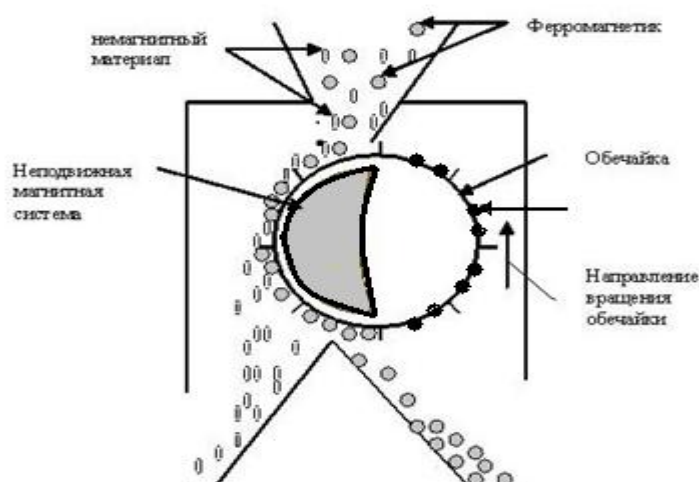


Рис. 1. – Схема магнитного сепаратора с вращающимся много секционным магнитным барабаном.

Таким образом, магнитная сепарация представляет с собой разделение материалов отличающихся магнитными свойствами, главным образом

магнитной восприимчивостью. Для проведения магнитной сепарации используются самые различные виды сепараторов.

Список литературы:

1. Барабанно-шаровая мельница // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М. : Советская энциклопедия, 1969—1978.

2. Карамзин В.В., Карамзин В.И. «Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых»-М-2005. 659 ст.

© Ягудина Р.Д., Газизова Л.Н., Захаров А.В., 2016

„

СЕКЦИЯ IV. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 004.422

VISUAL MODELING OF TECHNICAL SYSTEMS

Abdrakhmanova K.K.

Kazakh National Research Technical University, Almaty

klara.abd@gmail.com

Modern level of development of information technologies will predetermine expediency of creation of virtual laboratories allowing in a mode real time to receive the visual image of projected object, of technical systems and to realize various models of technological processes [1].

The computer modeling allows visualising the contents of a theoretical rate, to get skills of technology of the practical analysis, to fix relationships of cause and effect as a result of a manipulation by the factors and conditions of laboratory experiment. The advantage of virtual laboratories consists in an opportunity of active participation of the student in realization of all life cycle of various technical systems.

The level of development of the modern software allows to capture a wide spectrum solved in conditions of virtual laboratory of tasks: from designing difficult technical systems before revealing laws of functioning of these systems and optimization of properties of controlled objects.

One of powerful tools of modern information technologies in a format of functioning of virtual laboratories recognizes complex system PLANT-4D [2]. The complex realizes the automated designing and operation of technical lines, installations both objects of oil & gas branch and other branches equipped with a ramified network of the pipeline communications. As an example, Figure 1 shows a model of the storage park.



Figure 1- The storage park

In a basis of functioning of system the object-guided parametrical nucleus supporting work with three-dimensional solid-state models of projected technical systems, automated development of the technological circuits of modeling of the

communications, equipment, instrumentations is incorporated. The operation of a complex is provided with volumetric solid-state models, through designing, technology of virtual prototyping of intellectual parametrical objects and control system of bases of the object-guided data. In an interactive mode the system generates a complete package assembly, editing-technological, of the isometric drawings, forms the accompanying block of the specifications, reports, sheets and other documentation.

The central nucleus of a complex is the module " Management of the project ", realizing the following functional loading:

- management of work of other modules and dataflow, support of through technologies of designing;

- the control of life cycle of object, including design and operational - administrative stages;

- the coordination of changes on separate design stages and operation;

- in a mode of real time generates the information block about technological process, structure both status of the projected and maintained objects.

The module represents the integrated system of dynamic experimental modeling providing access to modules of "Circuit", "Equipment", "Designs", "Pipelines".

Complex of the integrated modules of "Circuit", "Pipelines", "Equipment", "Design" in a uniform design environment supports through technology. The information and the technical parameters entered at visualization of three-dimensional technical systems, generate the information in other modules, providing conformity of the technological circuits, equipment and constructive decisions to projected three-dimensional models.

Due to the built - in parametrical libraries the module generates "Pipelines" three-dimensional modeling of pipeline systems (figure 2).

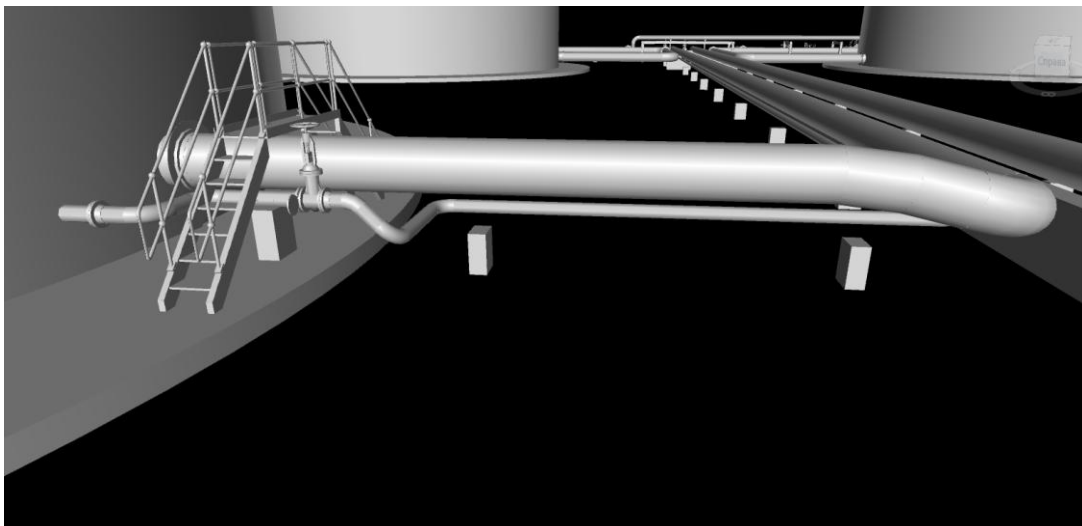


Figure 2 –Pipelines of storage park

On the basis of three-dimensional model the module synthesizes the drawings with appropriate by the specification support. The module of "Circuit" forms a

package basic, technological, of the kinematical circuits and automatically generates the task on designing of accompanying auxiliary objects.

For designing the process equipment on simulated system the module "Equipment" contains parametrical library of pumps of various types, tanks, technological capacities, structures and metal construction. The integration with the module "Pipelines" allows to realize correct binding of the equipment on simulated system, excepting mistakes of the layout decision. The generator of the drawings allows to receive any projections and sections of the equipment. The interface of the module "Equipment" with the module of "Design" allows to create three-dimensional models of constructional elements, to make their account, and also to realize visualization typical or modeling of original constructive sites (figure 3).

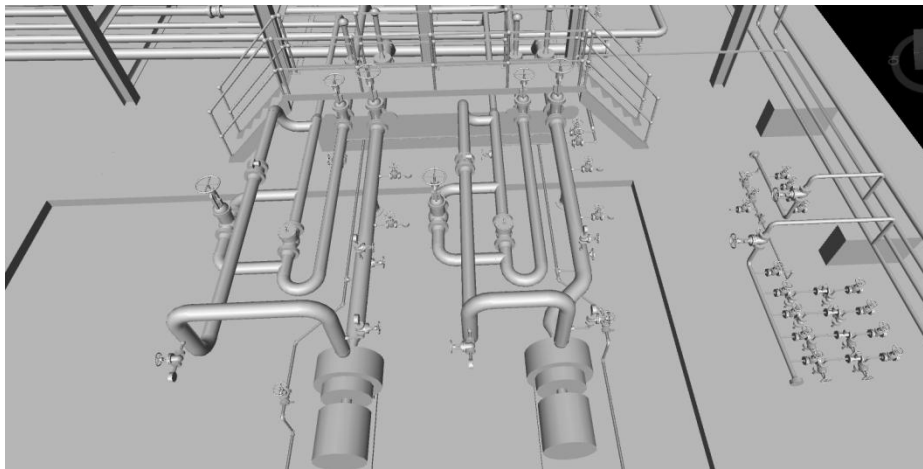


Figure 3 – The pump station of tank park

The program complex PLANT-4D is integrated in a uniform technological plan with program modules "Start", "Hydrosystem", "Flow", "Isolation". The system "Start" in conditions of virtual laboratory allows to decide a wide spectrum of research tasks, including account and analysis of technical systems of various assignment in view of real conditions of their operation. On a platform of the conventional techniques the program realizes the calculation on durability and stability of the pipeline communications, tightness of connections, dimensions and elastic characteristics of equalisers.

The program "Hydrosystem" realizes hydraulic calculation of the pipeline communications of a various configuration. On initial structure of a product the program settles an invoice the basic physical-chemical properties, bandwidths, selection of an optimum diameter on separate sites of the pipeline, parameters of a mode of transport of a product (speed, mode of current, loss of pressure on friction in view of local resistance, definition of pressure in any sections).

As against the program "Hydrosystem" the program "Flow" realizes heat-hydraulic account of the ramified systems in conditions of a not isothermal mode, so-called hot pipelines. The account of the basic parameters at transportation of liquid phases is made in view of processes of heat exchange with an environment on the basis of the standard technique, and at transportation of gas in view of drossel-effect.

Compatibility of the program with the module "Isolation" provides a choice effective of heat-isolation materials, account of parameters of isolation depending on a climatic zone and operational characteristics of systems.

Combination of program models with a complex of three-dimensional designing PLANT-4D provides:

- flexibility and alternativeness of the design decisions;
- three-dimensional visualization of projected technical systems, which is correlated with results of account of model;
- efficiency of the analysis of the design decisions;
- reliability of results of optimization of technical systems in conditions of virtual modeling.

One of powerful sources of the analysis of technical systems sold in conditions of virtual laboratory, is the imitating modeling. The imitating modeling allows to realize a series of numerical experiments with the purpose of reception of an empirical rating of influence of the various factors on researched target parameters. The technology of realization of imitating experiment includes the following stages:

- revealing of interrelation between initial and target parameters as the mathematical equation;
- definition of the laws of distribution of probabilities for key parameters of model;
- computer imitation of values of key parameters of model;
- account of the basic characteristics of distributions of initial and target parameters;
- the analysis of the received results and acceptance of the decision.

The program applied maintenance of imitating experiment realizes the integrated package MatLab and system of visual modeling Simulink.

The level of development of the software allows to position computer modeling as a unique way of research of technical systems without realization of actual experiments under production conditions. The creation of virtual laboratories should be considered as a mandatory component of an information infrastructure, as the decision, strategy of preparation of competitive experts supporting realization.

Bibliography:

- 1.Эйнджел Э. Интерактивная компьютерная графика. –М.: Издательский дом “Вильямс”, 2001. –592 с.
- 2.Жеребин М, Коростылёв А PLANT-4D— прогрессивное решение для проектирования, строительства и эксплуатации промышленных объектов//Cadmaster, 2011, №3,с.68-69

© Абдрахманова К.К., 2016

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ПУТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОМЫВКИ ОРЕБРЕННЫХ ТРУБ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПОТОКЕ

Абдеев Э.Р., Шавалеев Э. И.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Ключевые слова: холодная прокатка оребренных труб, смазочно-охлаждающая жидкость, барботаж, моющий раствор.

Большинство машиностроительных предприятий при производстве аппаратов воздушного охлаждения озадачены проблемой очистки оребренных труб от смазочно-охлаждающей жидкости и нагара. В частности, на поверхности ребер в процессе накатки трубы на стане ХПРТ. [1],[2]

Некоторые предприятия применяют неэффективную методику барботажной очистки труб. Такой метод имеет ряд недостатков.

1. Большие энерго затраты.
2. Барботажная очистка осуществляется в последовательности ванн:
 - обезжиривания,
 - промывки,
 - сушки.

Для этого требуется большая производственная площадь.

3. Процесс очистки осуществляется в ваннах открытого типа, с поверхности которых испаряются моющие растворы в помещение цеха.

4. Многие предприятия пользуются моющими средствами, относящихся к группе легковоспламеняющихся жидкостей.



Рис. 1. - Барботажные ванны, используемые для очистки оребренных труб.

Все эти серьезные экологические, технические и организационные проблемы могут быть решены посредством разработки автоматической системы очистки оребренных труб с компьютерным управлением.

Автоматизация технологии позволит оптимизировать процессы и сократить численность обслуживающего персонала. [2]

Нами проведены проектные работы по изготовлению автоматизированной системы очистки оребренных труб в процессе накатки. Оригинальные конструкции узла очистки позволяют произвести промывку очистки и сушку оребренной трубы сразу же после оребрения, а узел подготовки моющего раствора, без непосредственного участия человека, приготовит моющий раствор и подаст его в узел очистки в тот момент, когда он будет необходим. После того как раствор отработает некоторое количество циклов и перестанет эффективно выполнять свои функции, из узла очистки система подаст его в узел регенерации. После того как раствор лишится возможности к регенерации он будет отправлен в узел утилизации.

На стадии проектирования и испытания нами были решены следующие задачи.

1. Разработаны и изготовлены узлы очистки оребренных труб.
2. Испытания узлов и доработка.
3. Разработана автоматизированная система управления технологическим процессом очистки и выбора средств очистки.
4. Разработан и изготовлен узел подготовки моющего раствора.
5. Осуществлен ряд экспериментов по выявлению свойств раствора регенерации.
6. Проведен ряд экспериментов, в которых выявлено максимальное число циклов очистки раствора.
7. Разработан и изготовлен узел регенерации моющего раствора.
8. Разработан и изготовлен узел утилизации моющего раствора.
9. Проведена серия испытаний системы очистки оребренных труб в “полевых условиях”.

Для реализации первой задачи в качестве материала для изготовления узла очистки оребренных труб был выбран полиметилметакрилат. Органическое стекло не вступает в реакцию с рабочим раствором, является легким и прозрачным материалом, с уникальных свойств, просто поддается обработке. Узел очистки был изготовлен в виде резервуара прямоугольной формой с открывающейся сверху крышкой, с торцов имеются круглые отверстия с резиновыми уплотнителями для подачи в него трубы. Рабочий объем узла очистки равен 30 литрам, а в нижней части конструкции имеется нагревательный элемент поддерживающей раствор в пределах заданной температуры. Процесс очистки происходит за счет подачи на поверхность трубы через форсунки, установленные в верхнюю крышку моющего раствора. Раствор подается в противоход трубы и постоянно циркулирует с помощью насоса который забирает раствор через вакуумно стойкий шланг из нижней части узла. Сам узел устанавливается на специальные металлические стойки сразу же после стана ХПРТ, что позволяет производить очистку трубы в процессе ее оребрения. В корпусе узла установлены датчики температуры, уровня и жесткости раствора следящие за соблюдением технологии очистки.

После того как раствор теряет свои свойства, устройство связи с объектом получает сигнал и принимает решение забрать отработанный и подать в узел чистый раствор.

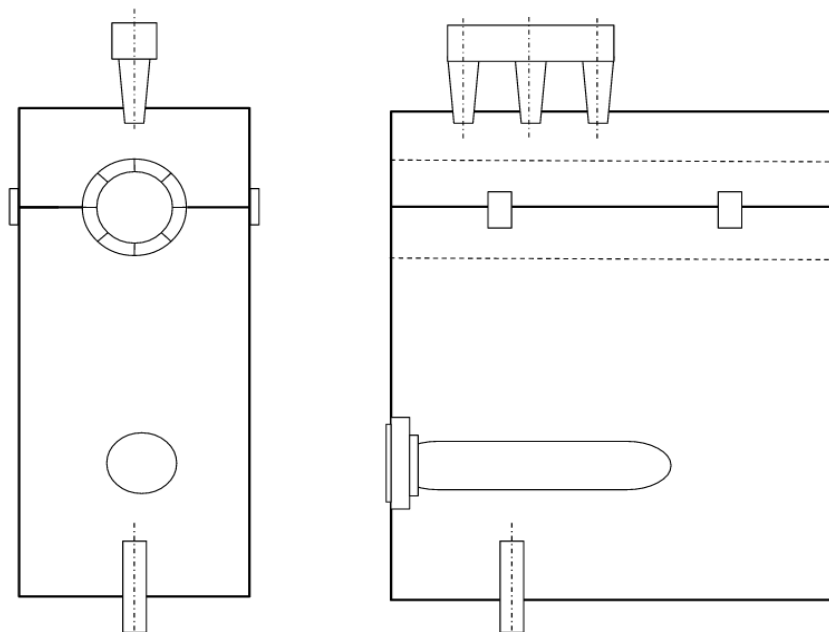


Рисунок 2 - Эскиз узла очистки ребренных труб

Узел подготовки моющего раствора также выполнен из органического стекла и вмещает 60 литров жидкости, что дает нам некий запас времени для подготовки раствора к последующим циклам.

Принцип действия узла подготовки заключается в следующем:

при включении АСУ датчики опрашиваются на соблюдения неких условий.

1. Опрашивается датчик уровня и если резервуар пустой то устройство связи с объектом посылает сигнал на открытия моторизированного крана и вода из сети заполняется до нужного уровня

2. Если выполнено условия уровня жидкости, опрашивается датчик температуры и при не соблюдения требуемого условия система включает термоэлектрический нагреватель.

3. По выполнению двух предыдущих условий система опрашивает датчик рН и по необходимости включает дозатор который засыпает в подогретую воду NaOH до требуемого показателя жесткости.

4. После выполнения всех условий система знает что раствор готов и при необходимости он может быть направлен в узел очистки.

На лицевой стороне корпуса узла подготовки имеется щит с экраном на котором отображаются параметры температуры уровня жидкости в литрах и показателя жесткости раствора.

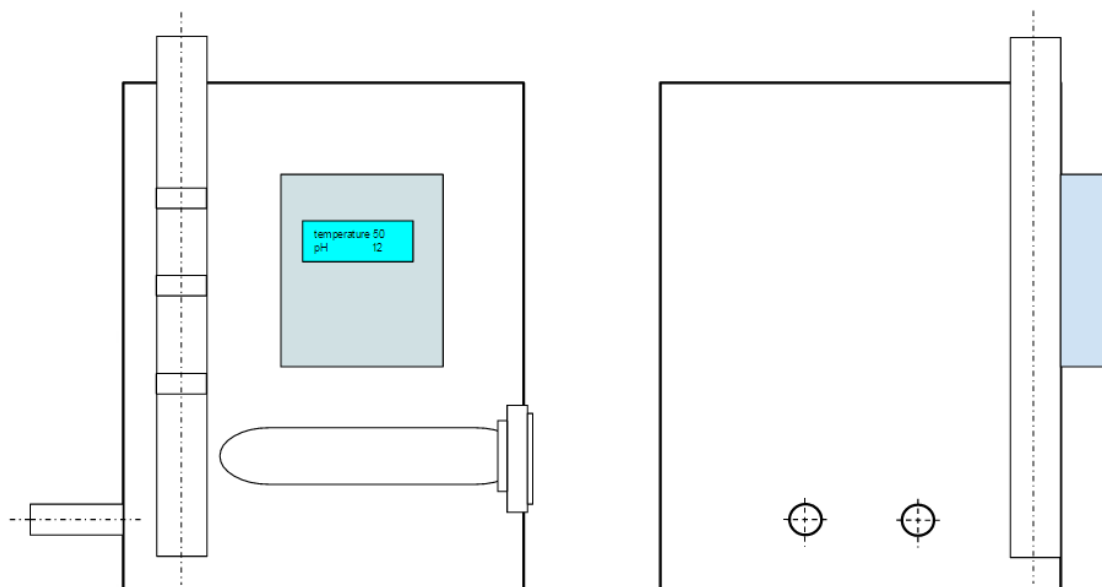


Рисунок 3 - Эскиз узла подготовки моющего раствора

Разработка АСУ и формирования комплекса технических средств осуществлялась с учетом полной взаимозаменяемости и доступностью приборов.

Узел очистки оребренных труб прошел успешные испытания на Бугульминском механическом заводе. На данный момент проводится исследование по вопросу регенерации и утилизации отработанного раствора с дальнейшей апробацией пилотной версии системы очистки оребренных труб в “полевых условиях”



Рисунок 4 - Испытания узла очистки оребренных труб

Список литературы:

1. Повышение качества аппаратуры обеспечением взаимозаменяемости при изготовлении/ Р.Г. Абдеев, Р.И. Саитов, Э.Р. Абдеев, М.М. Мударисов,-Уфа:АН РБ, Гилем, 2011-304с
2. Экспериментальная оценка энергоэффективности аппаратов воздушного охлаждения / Абдеев Э.Р., Хафизов Ф.Ш., Шарипов М.И., Васильева К.Б., Нефтегазовое дело,2012 Т.10№1, с 59-65.
3. ГОСТ Р 51364 - 99 Аппараты воздушного охлаждения. Общие Технические условия.

© Абдеев Э.Р.,Шавалеев Э. И., 2016

УДК 546.7

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ $\text{CoO-NiO-MoO}_3\text{-V}_2\text{O}_5\text{-HCl}$

Бадирова Н.Б.

Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов

Благодаря высокой активности катализаторы на основе кобальта, никеля, молибдена и ванадия широко применяются в нефтеперерабатывающей отрасли в реакциях гидрирования, алкилирования, гидроалкилирования, в процессах крекинга и др. В ходе каталитической реакции катализатор адсорбирует и абсорбирует различные элементы или соединения и постепенно теряет активность. Регенерированный катализатор в ходе процесса постепенно расходуется и должен быть заменен новым. С экономической точки зрения важно утилизировать хотя бы часть подобных отходов.

Авторы из источника [1] предлагают перевести выделяемые металлы в летучие хлориды, которые затем подвергают разделению. Извлечение молибдена и ванадия происходит с выходом около 90 %. Однако сложность аппаратурного оформления предлагаемого процесса не позволяет внедрить его в производство.

Извлечение металлов возможно также при обработке отработанного катализатора минеральными кислотами различной концентрации. Однако кислотной обработкой степень извлечения молибдена не превышает 25-26 %. Молибден из отработанных катализаторов удается перевести в водную фазу с помощью 0,1%-ного раствора NH_4OH и хлороформа (массовое соотношение исходная смесь: хлороформ $\approx 3:1$) /6/ или экстракцией сульфатом аммония при 40-120⁰С [2]. Возможно извлечение молибдена в аммиачный раствор после окислительного обжига отработанного катализатора при 500⁰С при перемешивании и доступе кислорода к реакционной поверхности [3] .

В работе [4] предлагается нерастворимый в воде вязкий остаток катализатора, содержащий связанный с органикой молибден, контактировать с водным раствором, содержащим до 20 масс. % пероксида (H_2O_2 , Na_2O_2 , NaOCl , Cl_2O_2 или их смесь), до окисления части молибдена в высшую форму

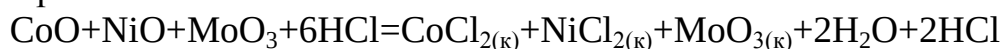
окисления, которая растворима в воде. Возможно окисление молибдена азотной кислотой, имеющей концентрацию более 20 % (масс.). Водный раствор молибдена фильтруют, отделяют органический растворитель и контактируют с сорбентом – активированным углем до сорбции органических загрязнений. Из водного раствора молибден можно выделить ионообменной смолой с последующей десорбцией из ионита в виде концентрированного раствора.

Исследованиями Г.М. Афанасьева [5] была определена технология извлечения кобальта, никеля, молибдена и ванадия из отработанных катализаторов с применением процесса выщелачивания. Выход в раствор кобальта и никеля составляет 96.5% и 91.3% соответственно. Недостатком способа является завышенный расход серной кислоты на проведение процесса (1613 кг на 1 т катализатора).

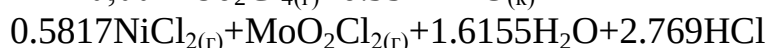
Предлагаемый нами процесс хлоридовозгонки позволяет коллективно и селективно извлекать металлы в хлоридные возгоны. Для обоснования физико-химических основ технологии переработки отработанных катализаторов проведено исследование системы $\text{CoO-NiO-MoO}_3\text{-V}_2\text{O}_5\text{-HCl}$ в интервале температур 300-1600 К при давлениях 0.01 и 0.1 МПа. Моделирование проводили на ЭВМ с помощью программного комплекса «Астра-4» [6].

Исходя из распределения Ni, Co, Mo (рис. 1-6) реакция химического взаимодействия в системе $\text{CoO-NiO-MoO}_3\text{-HCl}$ характеризуется следующими данными:

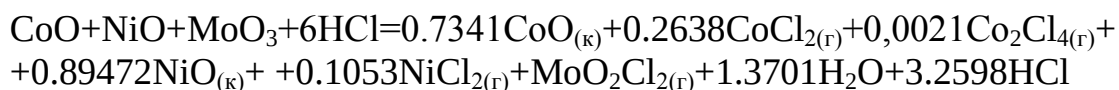
При $P=0.01\text{ МПа}$ $T=300\text{ К}$



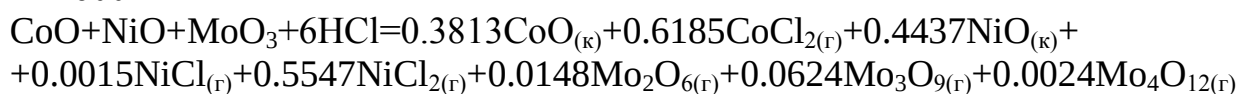
$T=900\text{ К}$



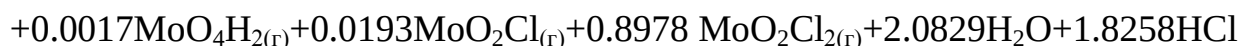
$T=1100\text{ К}$



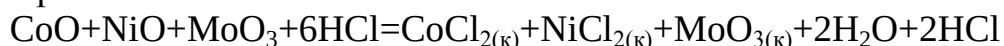
$T=1600\text{ К}$



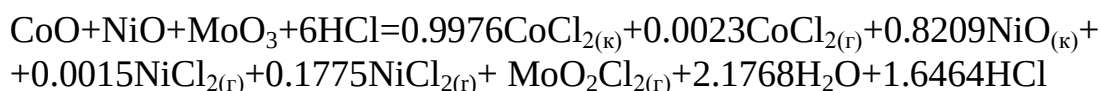
+



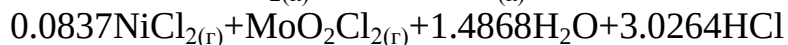
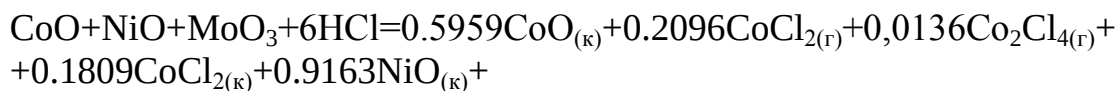
При $P=0.1\text{ МПа}$ $T=300\text{ К}$



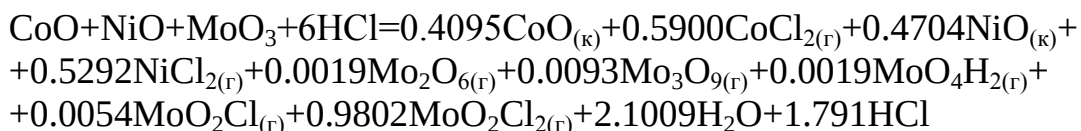
$T=900\text{ К}$



$T=1100\text{ К}$



$T=1600\text{ K}$



Состав газовой фазы исследуемой системы характеризуется образованием соединений: H_2O , Cl_2 , HCl , CoCl_2 , NiCl_2 , MoO_2Cl_2 , O_2 , H_2 , Cl , HOCl , CoO_2H_2 , CoCl , Co_2Cl_4 , NiO_2H_2 , NiCl , MoO_3 , Mo_2O_6 , Mo_3O_9 , Mo_4O_{12} , MoO_4H_2 , MoCl_4 , MoO_2Cl , MoOCl_2 , MoOCl_3 (рис 1, 2).

В низкотемпературной области (300-700K) при $P=0.01\text{ МПа}$ образуется, %: H_2O -60.84, HCl -51.13. При повышении температуры до 1600K наблюдается снижение образования H_2O до 34.43 %, HCl до 30.18 %. Повышение давления до 0.1 МПа не оказывает существенного влияния на изменение состава газовой фазы.

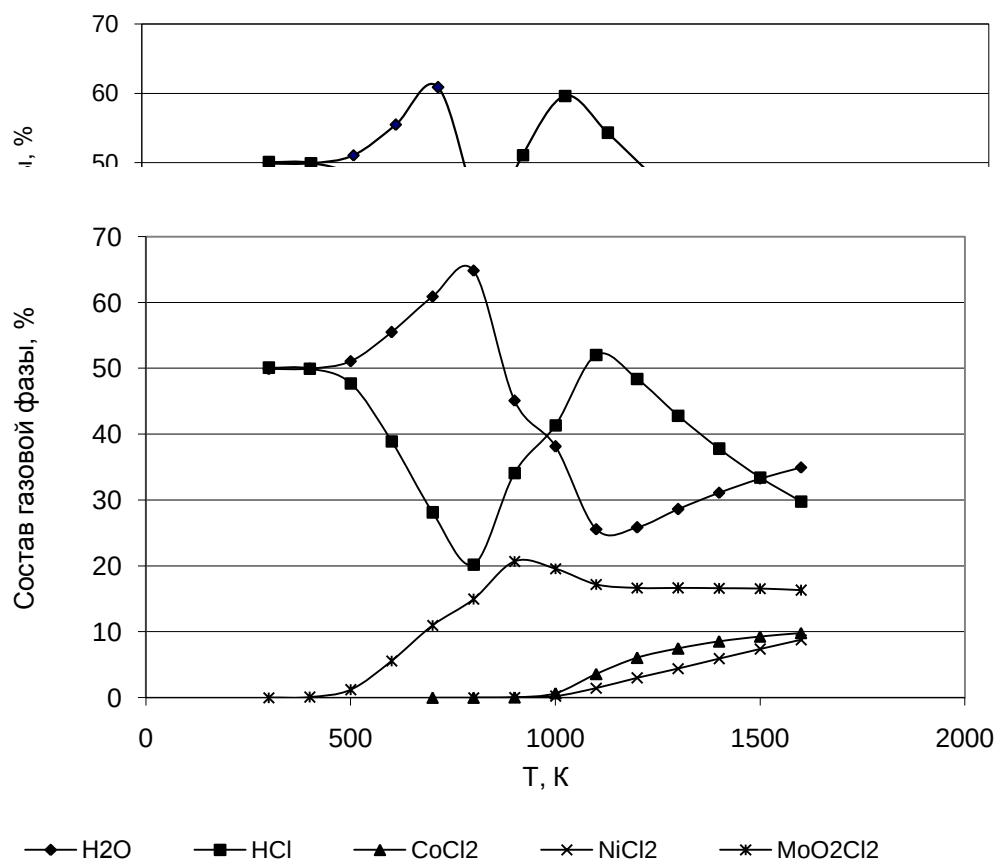


Рис. 1. Влияние температуры на равновесный состав газовой фазы системы 74,9%CoO-74,7%NiO-144%MoO₃-219%HCl при $P=0,01\text{ МПа}$

Рис. 2. Влияние температуры на равновесный состав газовой фазы системы 74,9%CoO-74,7%NiO-144%MoO₃-219%HCl при $P=0.1\text{ МПа}$

Для изучения начальных закономерностей извлечения кобальта, никеля и молибдена в хлоридные возгоны нами рассчитаны температуры 1%-ного перехода ($T_{1\%}$) их в хлориды (таблица).

Анализ результатов расчета показал, что при повышении давления от 0.01 МПа до 0.1 МПа T1% повышается для CoCl_2 на 86.8 К, а для NiCl_2 на 83.6 К. Для MoO_2Cl_2 T1% не изменяется.

Таблица. Температура 1%-ного перехода Co, Ni и Mo в газообразные хлориды

Соединения	Температура, К	
	При 0.01 МПа	При 0.1 МПа
CoCl_2	837,4	924,2
NiCl_2	909,7	993,3
MoO_2Cl_2	417,2	417,2

Полученные данные позволяют определить условия селективного и коллективного извлечения Co, Ni, Mo из рассматриваемой системы. Так, для селективного выделения Mo процесс необходимо проводить при 300-400 К. В этом случае Mo переходит в виде газообразного MoO_2Cl_2 , а Ni и Co остаются в огарке в виде конденсированных хлоридов, извлечь которые можно коллективным выщелачиванием. Коллективно Ni, Co и Mo можно извлечь в хлоридные возгоны при $T=1500$ К.

Список литературы:

1. Ситтинг Г, Маршал Л. Извлечение металлов и неорганических соединений из отходов. Справочник. М.; Metallurgia, 1985. 408 с.
2. Алиев Р.Р., Лещева Е.А., Осокина Н.А. Катализаторы гидропроцессов переработки нефти // Химия и технология топлив и масел. 2000. №4. С. 7-10.
3. Пат. 4328191 США, МКИ С 01 G 39/00. Process for the spent catalysts / Su Sophia R., Natansohn Samuel.
4. Медведев А.С., Богатырева Е.В. и др. Исследование комплексной переработки отработанного молибденового катализатора, содержащего цезий и ванадий // Химическая технология. 2003. №8. С.17-20.
5. Афанасьев Г.М. Автореферат дисс... на соискание ученой степени кандидата технических наук. Алматы, 2004 г., 27 с.
6. Синярев Б.Г., Ватолин Н.А и др. Применение ЭВМ для термодинамических расчетов металлургических процессов. М.: Наука, 1982. 263 с.

© Бадирова Н.Б., 2016

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ВИРТУАЛЬНОГО ТУРА

¹Батршина Г.С., ²Батршина А.И., ³Гайнетдинова Л.Я.¹*Башкирский государственный университет, г. Уфа*²*Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа*³*Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа*

Функциональная модель предназначена для формализованного описания процессов протекающих в рассматриваемой предметной области. Для построения функциональной модели используется методология IDEF0 в среде BPwin.

Методология IDEF0 (более известная как методология SADT — Structure Analysis and Design Technique) является наиболее известной и широко применяемой в сфере проектирования информационно-управляющих систем для представлений функций системы, а также для анализа требований к системам.

IDEF0, используя наглядный графический язык, описывает проектируемую систему в форме набора функциональных блоков, т.е. взаимосвязанных функций. Моделирование с помощью средств BPwin, в большинстве случаев, является начальным этапом изучения системы.

«В основе методологии IDEF0 лежат следующие правила:

- функциональный блок (или функция) преобразует входы в выходы (т.е. входную информацию в выходную). Управление определяет, когда и как это преобразование может или должно произойти. Исполнители непосредственно осуществляют это преобразование;

- с дугами связаны надписи (или метки) на естественном языке, описывающие данные, которые они представляют. Дуги показывают, как функции между собой взаимосвязаны, как они обмениваются данными и осуществляют управление друг с другом. Выходы одной функции могут быть входами, управлением или исполнителями для другой. Дуги могут разветвляться и соединяться» [1]. Построение функциональной модели системного проекта по методологии IDEF0 начинается с постановки (определения) цели для сужения рассматриваемой предметной области и выбора точки зрения, с которой мы будем ее рассматривать.

В ходе выполнения работы по моделированию виртуального тура по Национальному музею Республики Башкортостан была составлена функциональная модель в методологии IDEF0 с использованием программы BPWin. В соответствии с полученным заданием была построена контекстная диаграмма (диаграмма модели верхнего уровня), сформированная в виде узла А-0 «Проектирование и разработка виртуального тура». Были определены конкретные границы рассматриваемого процесса, т.е. были выделены информационные дуги: входа («Информация о предметной области», «Учебные материалы»), контроля («Требования»; «Учебный план»), выхода («Документация», «Виртуальный тур») и механизмов («Заказчик»,

«Разработчик», «Программные средства и аппаратура»). Целью процесса является проектирование и разработка виртуального тура и данный процесс смоделирован с точки зрения разработчика. IDEF0-модель представлена на (рис. 1-3.)



Рисунок 1 - Контекстная диаграмма

Контекстная диаграмма была декомпозирована на диаграмму второго уровня, сформированную в узле A0 «Проектирование и разработка виртуального тура». В результате дальнейшей декомпозиции получили ещё три диаграммы третьего уровня: A1 «Формирование требований», A2 «Разработка концепции и ТЗ», A3 «Разработка эскизного проекта», A4 «Разработка и тестирование виртуального тура» и A5 «Ввод в действие и сопровождение» [2].

Декомпозиция контекстной диаграммы (Рис. 2.) отражает основные этапы проектирования и разработки виртуального тура по Национальному музею РБ в отделе Салавата Юлаева:

- Формирование требований;
- Разработка концепции и ТЗ;
- Разработка эскизного проекта;
- Разработка и тестирование виртуального тура;
- Ввод в действие и сопровождение.

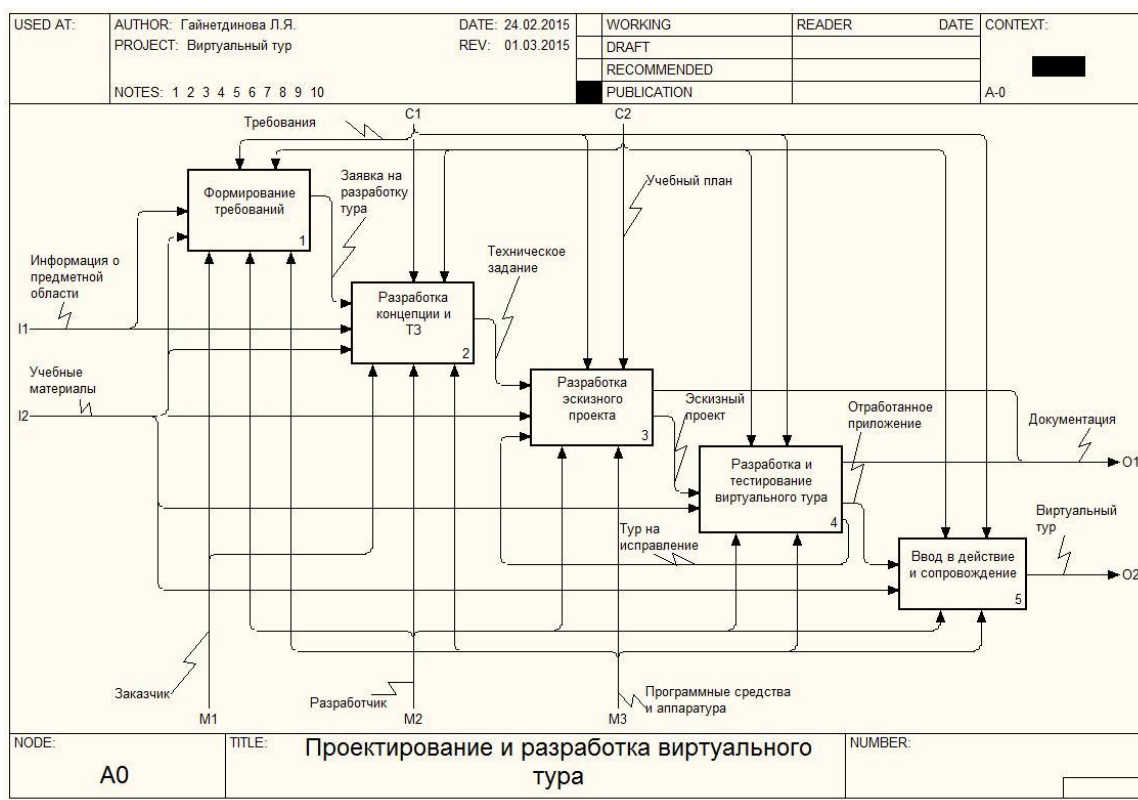


Рисунок 2 - Декомпозиция контекстной диаграммы

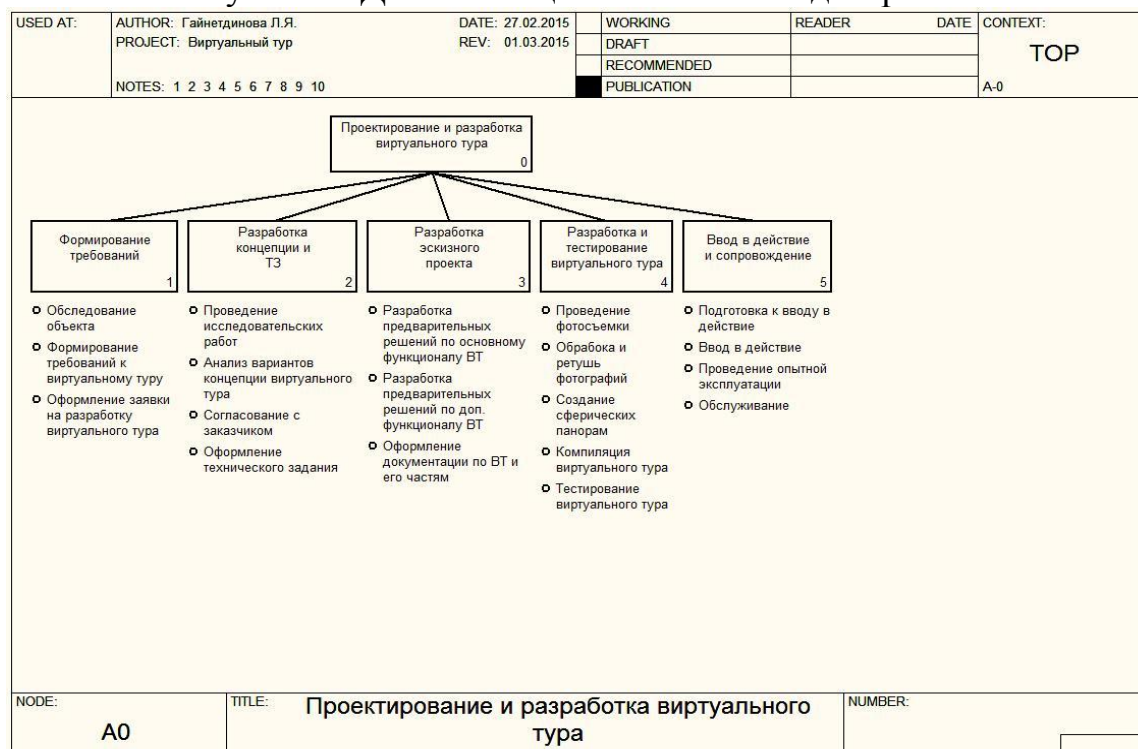


Рисунок 3 - Дерево узлов

Таким образом, нами была спроектирована функциональная модель процесса проектирования и разработки виртуального тура, а также модель её декомпозиции с точки зрения разработчика. Данные схемы были реализованы с

помощью CASE – средств ВРwin, а сама работа успешно функционирует на сайте Национального музея РБ.

Представленная нами методика может успешно применяться в материаловедении для обучения студентов технологическим системам производства различных материалов и изделий в металлургии, керамическом производстве, производстве изделий их пластмасс, композиционных материалов или резин.

Список литературы:

1. Шляхтина С. Программы для создания туров //Журнал «КомпьютерПресс»// [Электронный ресурс]// Сайт – compress.ru /Режим доступа <http://www.compress.ru/article.aspx?id=15669&iid=743>

2. Матвеев В.А., Супрун Д.Е. Алгоритм создания виртуального мини-музея// Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер.Приборостроение. 2013. № 4. С. 67–78.

3. Морозова Е. С. Разработка виртуального 3D-тура по кафедре «Теплофизика и информатика в металлургии» УрФУ [Электронный ресурс] / Е. С. Морозова, В. В. Лавров // Новые образовательные технологии в вузе : материалы X международной научно-методической конференции. — Екатеринбург, 2013. — Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10995/26588>

© Батршина Г.С., Батршина А.И., Гайнетдинова Л.Я., 2016

УДК 004

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В MATHCAD

Батршина Г.С., Идрисов Д.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Система MathCAD является на данный момент единственной математической системой, в которой описание решения задач задаётся с помощью привычных математических формул и знаков. Применение системы MathCAD при решении прикладных задач технического характера позволило резко повысить скорость расчётов и уровень сложности задач. MathCAD является математическим редактором, позволяющим проводить разнообразные научные и инженерные расчеты, начиная от элементарной арифметики и заканчивая сложными реализациями численных методов. Благодаря простоте применения, наглядности математических действий, обширной библиотеке встроенных функций и численных методов, возможности символьных вычислений, а также превосходному аппарату представления результатов (графики самых разных типов, мощных средств подготовки печатных документов и Web-страниц), MathCAD стал наиболее популярным математическим приложением [1].

Свойствами MathCAD являются:

- математические выражения и текст вводятся с помощью формульного редактора MathCAD, который по возможностям и простоте использования не уступает, к примеру, редактору формул, встроенному в Microsoft Word;

- математические расчеты производятся немедленно, в соответствии с введенными формулами;

- графики различных типов (по выбору пользователя) с богатыми возможностями форматирования вставляются непосредственно в документы;

- возможен ввод и вывод данных в файлы различных форматов;

- документы могут быть распечатаны непосредственно в MathCAD в том виде, который пользователь видит на экране компьютера, или сохранены в формате RTF для последующего редактирования в более мощных текстовых редакторах (например, Microsoft Word);

- возможно сохранение документов в формате Web-страницы, причем создание файлов с рисунками происходит автоматически;

- символьные вычисления позволяют мгновенно получить разнообразную справочную математическую информацию, а система помощи, Центр Ресурсов и встроенные электронные книги помогают быстро отыскать нужную справку или пример тех или иных расчетов. Функции являются решение алгебраических уравнений и систем (линейных и нелинейных); решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем; работа с векторами и матрицами (линейная алгебра и др.); поиск минимумов и максимумов функциональных зависимостей; статистическая обработка данных (интерполяция, экстраполяция, аппроксимация и многое другое) и др. [2].

Во многих случаях самый зрелищный способ представления результатов математических расчетов – это анимация. MathCAD позволяет создавать анимационные ролики и сохранять их в видеофайлах.

Основной принцип анимации – покадровая анимация – это просто последовательность кадров, представляющих собой некоторый участок документа, который выделяется пользователем. Расчеты производятся обособленно для каждого кадра, причем формулы и графики, которые в нем содержатся, должны быть функцией от номера кадра. Номер кадра задается системной переменной FRAME, которая может принимать лишь натуральные значения. По умолчанию, если не включен режим подготовки анимации, FRAME = 0.

Рассмотрим последовательность действий для создания ролика анимации, например, демонстрирующего перемещение гармонической волны. При этом каждый момент времени будет задаваться переменной FRAME.

Введем в документ необходимые выражения и графики, в которых участвует переменная номера кадра FRAME. Подготовим часть документа, которую мы желаем сделать анимацией, таким образом, чтобы она находилась в поле нашего зрения на экране. В нашем примере подготовка сводится к определению функции $f(x,t) = \sin(x-t)$ и созданию ее декартова графика $f(x,FRAME)$.

Выполним команду Tools|Animation|Record. В диалоговом окне Animate

задаем номер первого кадра в поле From(От), номер последнего кадра в поле To (До) и скорость анимации в поле At (Скорость) в кадрах в секунду.

Выделим протаскиванием указателя мыши область в документе, которая станет роликом анимации. В диалоговом окне Animate нажмите кнопку Animate. После этого в окошке диалогового окна Animate будут появляться результаты расчетов выделенной области, сопровождающиеся выводом текущего значения переменной FRAME. По окончании этого процесса на экране появится окно проигрывателя анимации.

Запускаем просмотр анимации в проигрывателе нажатием кнопки воспроизведения в левом нижнем углу окна проигрывателя. В случае если вид анимации нас устраивает, сохраним ее в виде видеофайла, нажав кнопку Save As в диалоговом окне Animate.

Сохраненный видеофайл можно использовать за пределами MathCAD. Если в Проводнике Windows дважды щелкнуть на имени этого файла, он будет загружен в проигрыватель видеофайлов Windows, и мы увидим его на экране компьютера. Таким образом, запуская видеофайлы обычным образом, можно устроить красочную презентацию результатов работы как на своем, так и на другом компьютере.

$$f(x, t) := \sin(x - t)$$

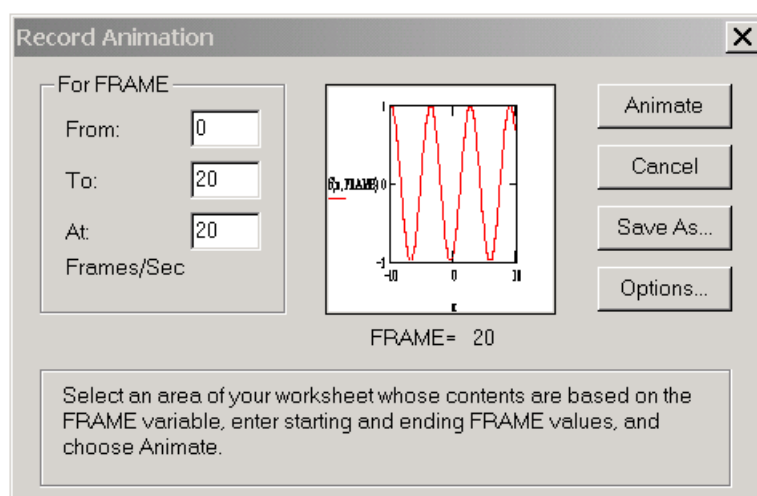
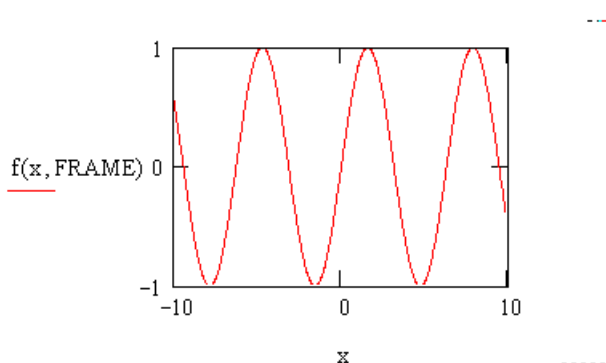


Рис.1. Анимация на маткаде

Методы компьютерного моделирования в последнее время приобретают все большую популярность. Это происходит из-за возможности теоретической проверки результатов без непосредственного внедрения модели в производство.

Ещё одним достоинством компьютерного моделирования является то, что возможные ошибки в компьютерной модели гораздо легче исправить, чем ошибки в модели на производстве. Также к плюсам такого моделирования можно отнести высокую точность и надежность полученных результатов[3].

Эти системы можно порекомендовать для использования в сфере проектирования технологических процессов в керамическом производстве, а так же в образовании материаловедов.

Список литературы:

1. Охорзин В.А. Компьютерное моделирование в системе MathCAD: учеб. пособие.- М.: Финансы и статистика, 2006. – 144 с.
2. Тарасевич Ю.Ю. Численные методы на Mathcad – Астраханский гос. пед. ун-т: Астрахань, 2000. – 70 с.
3. Дьяконов А.А. Справочник по MathCAD 2000. М.:Ск – пресс, 2000.–352 с.

© Батршина Г.С., Идрисов Д.В., 2016

УДК 004

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С МАКСИМАЛЬНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ РАЗРУШЕНИЮ

Боровик В.Г.

*Институт проблем материаловедения им. И. Н. Францевича ИАНУ,
г. Киев, Украина,
e-mail: v_borovik@inbox.ru*

В настоящее время в научно-техническом сообществе укоренилось универсальное представление о конструкционном материале (КМ) как о веществе в твердом состоянии. Основными признаками КМ считают химический и фазовый составы, размер зерна. Это представление лежит в основе большинства разработок КМ. Улучшить конструкционные свойства материала обычно пытаются путем изменения его химического и фазового составов, уменьшением размера зерна. Недостатки этого представления и основанных на нем способов создания новых КМ особенно ярко проявились при разработке конструкционной керамики. Изменение состава и размера зерна керамики не приводит к существенному снижению её склонности к концентрации напряжений и хрупкости. Прочный, но хрупкий материал мало привлекателен в качестве КМ.

Неудачные попытки создания конструкционной керамики обратили внимание механиков и материаловедов на КМ биологического происхождения. Известно, вязкость разрушения материала раковины моллюска примерно в 3000 раз выше, чем кальцита – хрупкого минерала, из которого она состоит более, чем на 95%. Постепенно приходит понимание того, что склонность материала к концентрации напряжений не связана с его химическим и фазовым составами, размером зерна. Тем не менее, материал раковины моллюска продолжают

называть «по-старинке» композитом, неявно подразумевая, что его замечательные свойства обусловлены многокомпонентностью.

Механический анализ процесса деформирования и разрушения биологических КМ позволил сформулировать главный признак материала, который обеспечивает максимальное сопротивление разрушению, – *наличие в его представительном объёме механизмов неупругого сдвига только в одном направлении*. В элементе конструкции это направление совпадает с касательной к траектории максимальных нормальных напряжений. Однонаправленная волокнистая или слоистая структура материала с достаточно низким напряжением неупругого сдвига между её несущими элементами (слоями, волокнами) является следствием этого признака и обеспечивает примерно равномерное распределение нормальных напряжений в эффективном сечении элемента конструкции.

Модель однокомпонентного КМ, который механически подобен биологическому КМ, представляет собой пучок однонаправленных волокон с контролируемой, достаточно низкой прочностью на сдвиг по границам. Выполнено численное моделирование формоизменения сечений волокон в пучке при их прессовании перпендикулярно его оси. Проведено прессование пучков стеклянных и углеродных волокон, стальной проволоки. При гексагональной упаковке волокон можно получить материал с относительной плотностью от 0,91 до 1,0. Температурный и силовой режимы прессования и подготовка поверхности волокон определяют когезионную прочность границ и ширину контактов между волокнами. При уменьшении когезионной прочности границ волокон диаграмма деформирования образцов материала изменяется от «хрупкой» до «квази-пластичной». Моделирование упругих характеристик материала при различной относительной плотности и идеальном контакте между волокнами позволило получить базовые соотношения для акустического неразрушающего контроля качества контактов между волокнами. Оно оценивается отношением между расчетными и экспериментальными значениями упругих характеристик при одинаковой пористости. Расчет пересечения магистральной трещины с прямолинейным фронтом с каналами в структуре материала показал, что локальные коэффициенты интенсивности напряжений (КИН) на фронтах канальной и магистральной трещин соизмеримы. Это способствует расщеплению границ волокон, а также фрагментации фронта магистральной трещины и области концентрации напряжений вокруг него. Моделирование начальной стадии разрушения материала (разрушения волокна в пучке неповрежденных волокон) показало, что повышение когезионной прочности границ приводит к снижению КИН для большой трещины в волокне. Зависимость поглощенной энергии при неупругом сдвиге на границе вблизи устья трещины в волокне имеет куполообразный вид с максимумом при когезионной прочности границы, равной примерно 0,01 напряжения фрагментации волокна при его растяжении в пучке неповрежденных волокон. Максимуму рассеянной энергии соответствует длина области ненулевых касательных напряжений на границе волокна по обе

стороны от трещины, равная примерно 48 радиусам волокна. Это число хорошо соответствует соотношению размеров несущих элементов структуры биологических КМ. Для поглощения максимальной энергии на начальной стадии разрушения волокна материала должны содержать начальные трещины на расстоянии примерно 48 радиусов волокна по его длине. Установлено влияние размера канальных трещин на разрушение волокна. Проведенное исследование направлено на создание теоретической базы для разработки нового класса КМ.

© Боровик В.Г., 2016

УДК 004

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПОЛИГРАФИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Гяляуов Р.Р., Маликов Р.Ф.

*Башкирский государственный педагогический
университет им. М.Акмиллы, г. Уфа
rfmalikov@mail.ru*

В связи с развитием систем имитационного моделирования (Anylogic, PTV Vission, расширенный редактор GPSS World), появилась возможность разрабатывать виртуальные имитационные модели максимально приближенные к реальным процессам и объектам в различных сферах производства, транспорта, пешеходной динамики, резвычайных ситуаций и т.д. [1-3].

Разработка имитационных моделей наиболее «проблемных» дорожных участков и развязок позволяет выявить оптимальные и дешевые пути решения транспортных проблем (регулирование сложных перекрестков, анализ потока на улично-дорожных сетях и сложных кольцевых развязках, заторы на узких дорожных участках и другие) [4-7].

Для моделирования производственных процессов и систем широко используется системы ИМ: Anylogic, расширенный редактор GPSS World, поддерживающие методологию дискретно-событийного моделирования.

В данной работе мы представляем результаты разработки имитационной модели технологических процессов в брошюровочно-переплетном цехе Уфимского полиграфкомбината. Анализ распределения послепечатного оборудования в цехе позволило нам выделить некоторые правила и особенности работы послепечатного цеха, которое стало информационной базой для создания имитационной модели послепечатного цеха.

Послепечатные процессы создания книжного издания в твердом переплете включает в себя следующие процессы-операции на соответствующем полиграфическом оборудовании в брошюровочно-переплетном цехе Уфимского полиграфкомбината:

- 1) фальцовка на кассетно-ножевой фальцевальной машине;
- 2) приклейка форзаца на Форзац приклеечной машине;

- 3) листопо́дбор на листопо́дборочной машине;
- 4) шитье блоков на ниткошвейной машине;
- 5) проклейка корешка блока на Тульской линии для проклейки корешка блока;
- 6) обжим на машине «NH-4»;
- 7) обрезка на трехножевой резальной машине «Wohlenberg»
- 8) скрепление блока и крышки на Книговставочной машине «Колбус BF-527» и Автоматическом Стреппинг машине «Меркури TP 702-52»
- 9) упаковка

Параллельно идет процесс изготовления переплетной крышки на Крышкоделательной машине «DAS».

Среднее время для выполнения заказа изготовления книги в твердом переплете тиражом 500 штук потребовалось около 280 минут, в зависимости от ситуации на маршруте технологических процессов в брошюровочно-переплетном цехе.

На основе этих технологических процессов нами была спроектирована и реализована имитационная модель брошюровочно-переплетного цеха Уфимского полиграфкомбината в расширенном редакторе GPSS (рис.1), были протестированы каждая из ветвей алгоритма функционирования модели, а также возможность изменения данных в модели и запуск ее на других ОС семейства Windows.

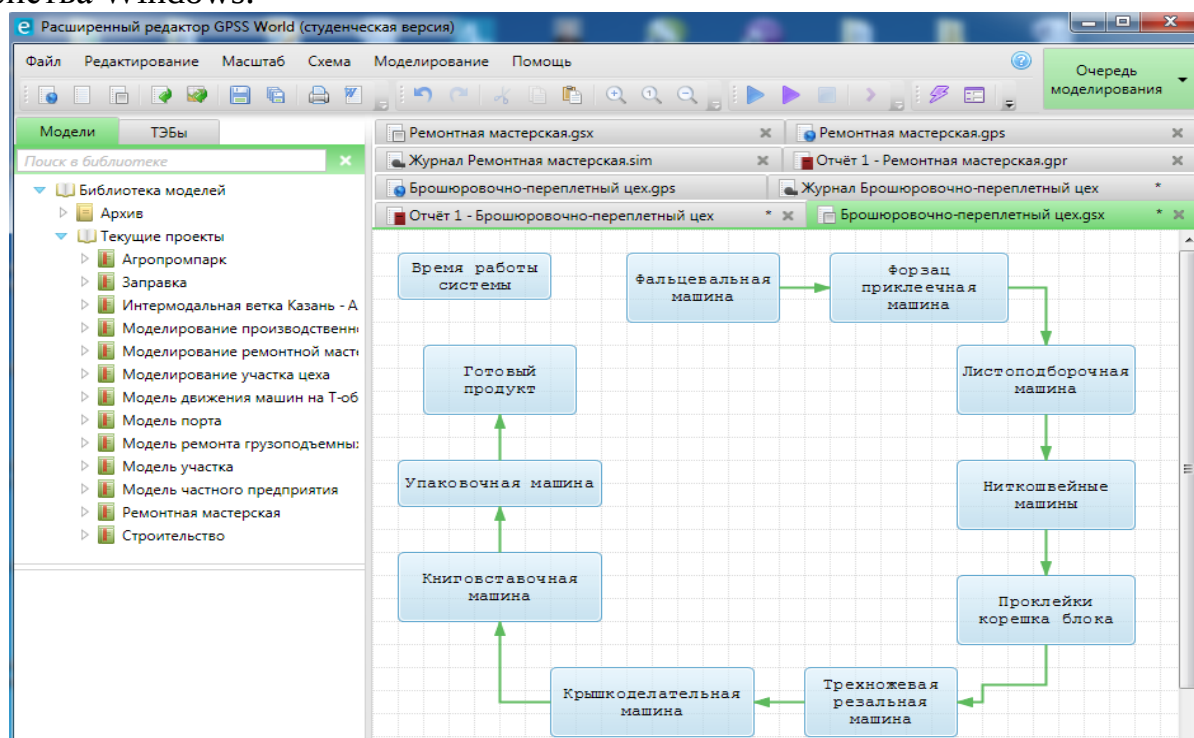


Рис.1. Интерфейс расширенного редактора GPSS и схема имитационной модели послепечатных процессов

На рис.2 -4 представлены результаты моделирования и динамики изменения некоторых характеристик на послепечатном оборудовании

Отчёт 1 - Брошюровочно-переплетный цех					
Стандартный отчёт GPSS World					
Общая информация					
Имена					
Блоки					
Устройства					
Очереди					
Будущие события					
Имя / номер	Кол-во раз, когда устройство было занято	Коэффициент использования	Ср. время занятия устройства одним тран.	Состояние устройства в конце	Номер тран., занимающего устройство
MASHINA_1	16	0.98	17.02	1	92
MASHINA_2	13	0.907	19.395	1	76
MASHINA_3	12	0.825	19.119	1	71
MASHINA_4	11	0.668	16.889	1	65
MASHINA_5	8	0.711	24.696	1	45
MASHINA_6	7	0.257	10.211	1	0
MASHINA_7	7	0.043	1.69	1	0
MASHINA_8	6	0.577	26.754	1	32
MASHINA_9	5	0.439	24.402	1	27

Рис.2. Стандартный отчет GPSS по загрузенности устройств

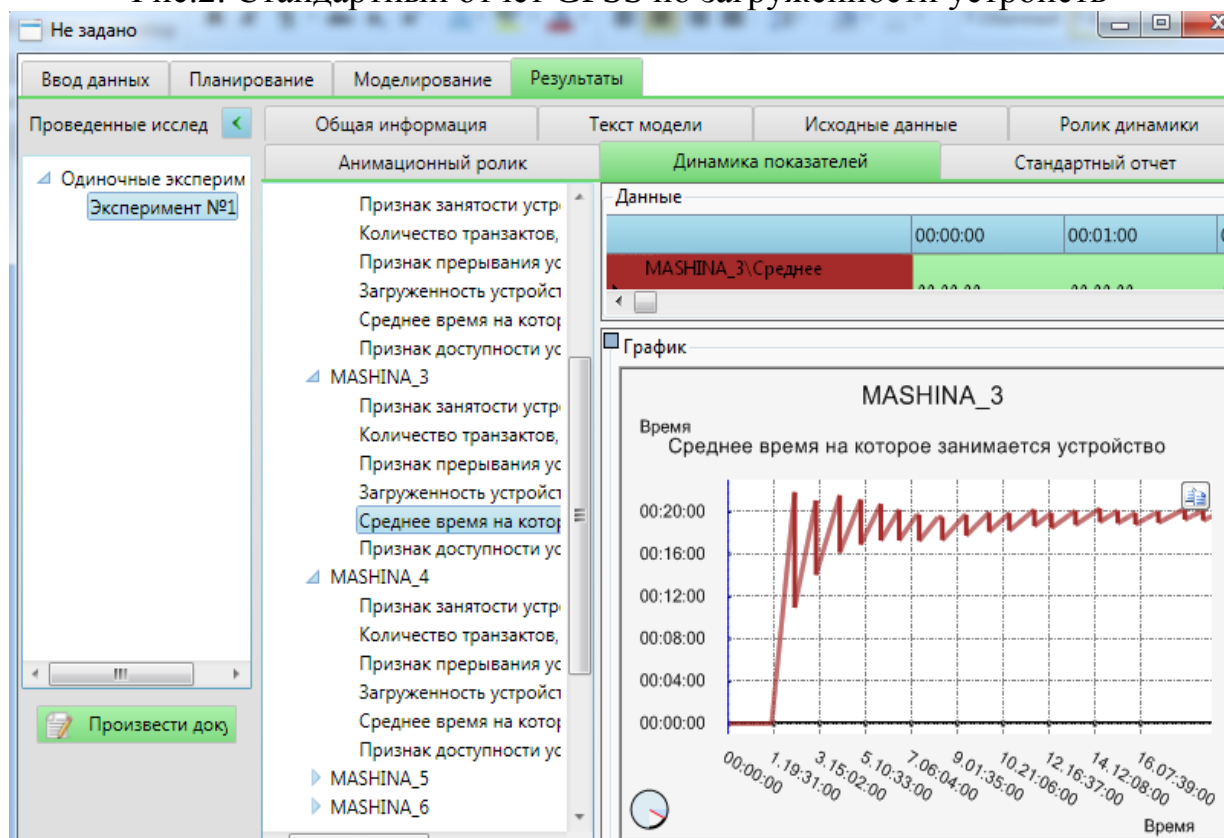


Рис.3. Результат моделирования (листоподборочная машина)

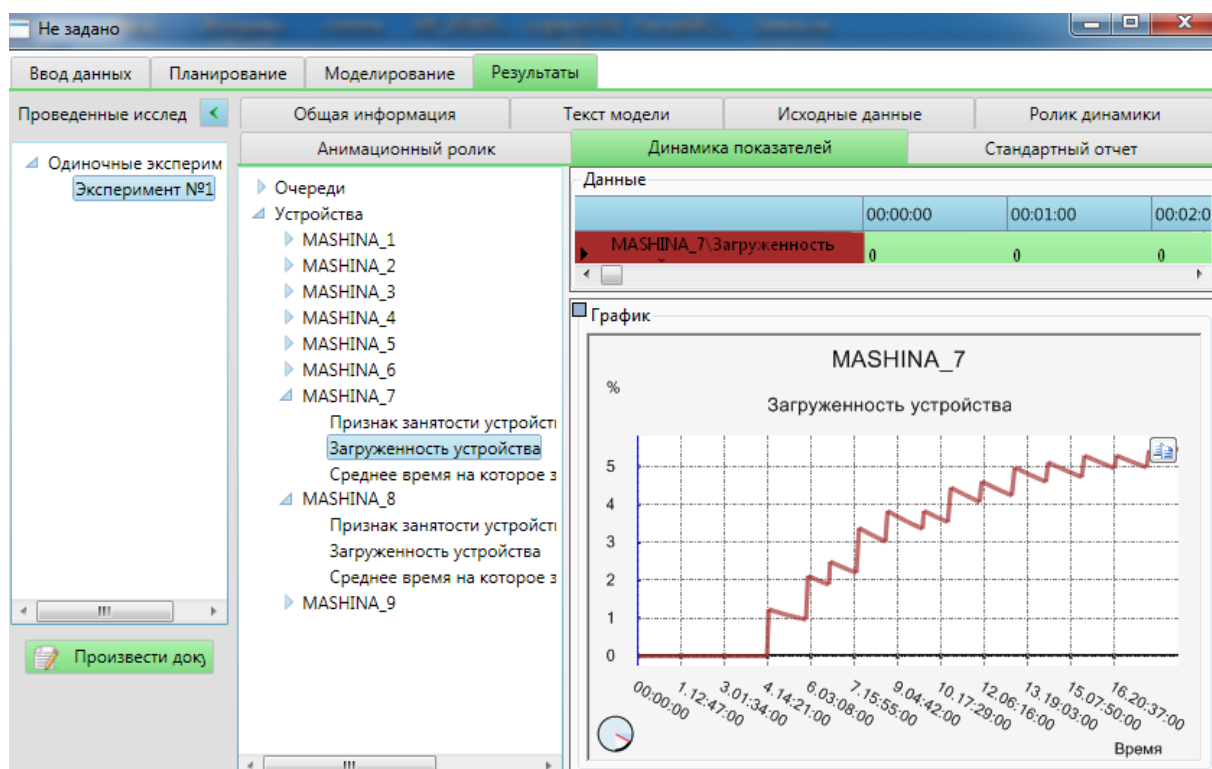


Рис.4. Анализ загрузки крышкоделательной машины

Список литературы:

1. Маликов Р.Ф. Имитационные и анимационные модели полиграфических процессов в среде AnyLogic / Перспективные информационные технологии (ПИТ 2013): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2013. – С.349-353.
2. Маликов Р.Ф. Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic 6 [Текст]/Р.Ф.Маликов. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2013. – 296с. [Электронный ресурс] <http://www.anylogic.ru/books> (доступ свободный).
3. Андреева Я.П., Боркова С.Д., Здрюмова А.Д., Маликов Р.Ф. Моделирование пешеходной динамики в среде AnyLogic / Перспективные информационные технологии (ПИТ 2013): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2013. – с. 292-294.
4. Трунин В. В. Компьютерное имитационное моделирование как способ решения транспортных проблем в городах [Текст] // В.В. Трунин, А. Н. Романов. Молодой ученый, 2011. - Т. 3. - №.4. - С.133-136.
5. Комов А.А. Разработка имитационной модели регулируемого перекрестка [Текст] // А.А Комов. Техника и технологии строительства. – №1(1), 2015.
6. Подьячев И.А., Аглиуллин А.А., Янбердин Д.В., Маликов Р.Ф. Моделирование сложных транспортных развязок в системе ANYLOGIC / Новые технологии в материаловедении: Материалы I Международной научно-практической конференции. 14 декабря 2015 г. / отв. секретарь Г.С.Батршина. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2015. – С.201-205.

7. Подьячев И.А., Маликов Р.Ф. Имитационная модель улично - дорожной сети в среде Anylogic. / Перспективные информационные технологии (ПИТ 2016): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2016. – с. 673-675.

Гяляуов Р.Р., Маликов Р.Ф., 2016

УДК 004

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КРЕДИТНОГО РИСКА МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

Забихуллин Ф.З.

*Башкирский государственный педагогический университет
им.М.Акмиллы*

Возможность реального прогнозирования кредитных рисков является одним из важных условий эффективного управления капиталом Банка. В предлагаемом нами подходе к моделированию кредитного риска оценка вероятности дефолта за любой период производится по функции распределения случайной величины T (время, через которое наступает дефолт). При этом априори известна вероятность дефолта за год. Пусть оценка вероятности дефолта за год задана экспертно.

Пусть вероятность события, заключающегося в неисполнении заемщиком своих обязательств, постоянна во времени (по крайней мере, в течение периода, сопоставимого с горизонтом анализа). Тогда, как следует из свойств пуассоновского потока, случайная величина T , равная интервалу между двумя событиями дефолта, распределена экспоненциально.

$$F_T(t) = P\{T < t\} = 1 - e^{-\lambda t} \quad (1)$$

где λ – интенсивность потока, t – заданный интервал времени.

Зная вероятность дефолта за год, $P = F_T(1) = 1 - e^{-\lambda}$, найдем интенсивность потока.

$$\lambda = -\ln(1 - P) \quad (2)$$

Интенсивность потока позволяет определить вероятность дефолта в течение произвольного срока h .

$$F_T(h) = 1 - \exp\{-\lambda h\} = 1 - \exp\{\ln(1 - P)h\}, \quad (3)$$

где $h = H/365$, H – срок (в днях).

Рассмотрим простой кредит: на срок H под ставку r выдается сумма S контрагенту, вероятность дефолта которого в течение срока $h = H/365$ равна p , а

уровень потерь в случае дефолта равен z . Пусть погашение суммы производится в конце срока, тогда убыток по кредиту L является случайной величиной, имеющей дискретное распределение Бернулли (вернут – не вернут): 1) в случае дефолта убыток L составит zS с вероятностью p ; 2) в случае возврата ссуды убыток L составит $-rhS$ с вероятностью $1-p$.

Найдем числовые характеристики случайной величины L .

$$M[L] = (zp - rh(1-p))S, \quad (4)$$

где $M[L]$ – математическое ожидание убытка.

$$D[L] = (z + rh)^2 p(1-p)S^2, \quad (5)$$

где $D[L]$ – дисперсия убытка.

$$\sigma_L = (z + rh)S \sqrt{p(1-p)}, \quad (6)$$

где σ_L – стандартное отклонение убытка.

Рассмотрим кредитный портфель C в некоторый момент времени t :

$$C = \{S_j, H_j, P_j, r_j, z_j\}, \quad (7)$$

где j – порядковый номер кредита в портфеле, $j=1..N$;

S_j – непогашенная сумма j -го кредита;

H_j – срок до погашения;

P_j – вероятность невозврата за год;

r_j – ставка;

z_j – уровень потерь в случае дефолта.

Убыток L_P по портфелю равен сумме убытков по отдельным кредитам:

$$L_P = \sum_{j=1}^N L_j \quad (8)$$

Найдём числовые характеристики убытка L_P в предположении о независимости распределения убытков по отдельным кредитам:

$$M[L_P] = \sum_{j=1}^N M[L_j] = \sum_{j=1}^N (z_j p_j - r_j h_j (1 - p_j)) S_j, \quad (9)$$

где $M[L_P]$ – математическое ожидание убытка портфеля;

$$D[L_P] = \sum_{j=1}^N D[L_j] = \sum_{j=1}^N (z_j + r_j h_j)^2 p_j (1 - p_j) S_j^2, \quad (10)$$

где $D[L_p]$ – дисперсия убытка портфеля;

$$\sigma_{L_p} = \left(\sum_{j=1}^N (z_j + r_j h_j)^2 p_j (1 - p_j) S_j^2 \right)^{1/2}, \quad (11)$$

где σ_{L_p} – стандартное отклонение убытка портфеля.

Величина $M[L_p]$ определяет ожидаемый уровень потерь и необходимый размер резервов для их покрытия, σ_{L_p} используется для оценки неожиданных потерь и, соответственно, требований к экономическому капиталу.

Для оценки максимально возможных убытков с заданной доверительной вероятностью (кредитного риска) необходимо оценить распределение случайной величины L_p . Это можно сделать на основе статистического моделирования большого количества различных сценариев дефолтов по кредитам.

Итак, поставим следующую задачу: оценить ожидаемую прибыль и максимально возможные убытки с заданной доверительной вероятностью – 95% (то есть приемлемой для Банка) за горизонт, равный 6 месяцам.

Предлагается следующий алгоритм моделирования:

1) для каждого кредита j генерируются равномерно распределенные от 0 до 1 случайные величины: $D_j^k \sim R_{[0,1]}$, $j=1..N$, где N – количество кредитов в портфеле.

2) рассчитывается уровень убытков по каждому кредиту на основе обратной функции распределения:

$$L_j^k = \begin{cases} z_j S_j, & D_j^k < p_j \\ -r_j h_j S_j, & D_j^k \geq p_j. \end{cases} \quad (12)$$

3) рассчитывается сумма убытков:

$$L_p^k = \sum_{j=1}^N L_j^k. \quad (13)$$

4) процедура (п.1-3) повторяется $k = 1..K$ раз, $K \sim 2N^4$. По выборке строится эмпирическая функция распределения, рассчитываются характеристики, берутся квантили.

Рассмотренный подход проиллюстрируем на примере портфеля ОАО «Социнвестбанк», состоящего из кредитов на общую сумму $S=12\,730$ тыс. рублей, и имеющего характеристики, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для реализации задачи моделирования кредитного риска

Кредит	j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сумма, тыс. рублей	S_j	1800	230	4610	1470	650	1000	400	350	1500	720

Ставка, % годовых	R_j	10	21	5	28	10	23	23	18	13	19
Срок до погашения, дней	H_j	209	520	806	709	148	122	213	376	53	686
Вероятность дефолта за год, %	P_j	1.0	3.0	5.0	10.0	3.0	5.0	1.0	4.0	5.0	10.0
Уровень потерь в случае дефолта	z_j	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

На основе исходных данных рассчитаем вероятность дефолта за горизонт, равный 6 месяцам с учетом срока гашения на основе соотношения (3).

Таблица 2 – Реализация задачи моделирования кредитного риска

Кредит	j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сумма, тыс. руб.	S_j	1800	230	4610	1470	650	1000	400	350	1500	720
Ставка, % годовых	R_j	10	21	5	28	10	23	23	18	13	19
Срок до погашения, дней	H_j	209	520	806	709	148	122	213	376	53	686
Вероятность дефолта за год, %	P_j	1.0	3.0	5.0	10.0	3.0	5.0	1.0	4.0	5.0	10.0
Вероятность дефолта за горизонт с учетом H , %	p_j	0.49	1.5	2.52	5.11	1.22	1.69	0.49	2.01	0.74	5.11

Математическое ожидание и стандартное отклонение убытков портфеля за горизонт, рассчитанные на основе соотношений (9) - (11), равны:

$$M[L_P] = -433 \text{ тыс. рублей}; \sigma_{L_P} = 799,3 \text{ тыс. рублей}.$$

Таким образом, ожидаемый объем прибыли за горизонт составит 433 тыс. рублей. Начисленная процентная прибыль за этот период при отсутствии дефолтов равна 711,1 тыс. рублей. Объем резервов можно найти как разницу начисленной и ожидаемой прибыли, что составляет 278,1 тыс. рублей.

Результаты 20 000 экспериментов Монте-Карло позволили построить эмпирическую функцию распределения убытка и найти максимально

возможные убытки с 95% доверительной вероятностью (95% квантиль эмпирической функции распределения): $Q_{LP\ 95\%} = 3\ 368,5$ тыс. рублей (26,5% от объема портфеля).

Величина необходимого экономического капитала рассчитывается как разность между максимально возможными убытками и сформированными резервами и составляет 3 090,4 тыс. рублей (24,3% от объема портфеля).

Соблюдение данных условий обеспечит экономически безопасное функционирование Банка.

© Забихуллин Ф.З., 2016

УДК 539.4.01: 622.01

ДИЛАТОНЫ ЖУРКОВА В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ И В КОСМОСЕ

Захаров А.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

e-mail: Ralzax@yandex.ru

Идея материальной основы пространственно временных свойств имеет древнюю историю. Первые упоминания, дошедшие до нас, известны из греческой философии как Абсолют Парменида. Это трехмерная материальная сфера, заполняющая космос и детерминирующая все физические и метрические свойства. Более того, абсолютизм обеспечивает процессуальность бытия – механизмы записи информации при разрушении прежнего состояния частицы и механизмы восстановления нового состояния с добавками творческого развития на основе информации и материальной основы абсолюта. Модель бытия Парменида легла в основу античной философии и сыграла исключительную роль в становлении всей Европейской культуры.

Реакционная католическая церковь уничтожила эту базовую для мировоззрения человечества идею. Все письменные носители в доступных католической церкви регионах были собраны до последней строчки и сожжены. Как и Александрийская библиотека. Живых носителей бытийной философии и идеологии, и для маскировки цели миллионы невинных жертв, сжигали на кострах инквизиции по признаку инакомыслия. По подсчетам Бертрона Рассела, которые опубликованы в 1943 году в монографии «История философии», к 1500 году инквизицией было уничтожено до 20 миллионов жителей Западной Европы. Так как это были как правило лучшие люди, то такая «идеологическая» мера, проводимая католической церковью в целях оболванивания населения и его порабощения, привела к негативным генетическим последствиям во всей Западной Европе.

Попытки возрождения античной бытийной философии проделала немецкая классическая философия в трудах И.Канта и Г. Гегеля. Марксизм – Ленинизм, как разновидность реакционной идеологии, исказил учение о бытии, заменив его диалектическими формулами Гегеля, которые в отрыве от бытийного учения не имеют смысла.

Многие выдающиеся мыслители ясно понимали ложность представления пустого пространства. К ним относятся Джордано Бруно, Рене Декарт, Исаак Ньютон, Альберт Эйнштейн. Ньютон писал, что только человек без мозга может допустить пустое пространство. В своих трудах Эйнштейн более 20 раз писал об одном и том же, считая это крайне важным. Он писал, что материальный континуум, заполняющий пространство, отличается от привычной материи из атомов или монад Декарта, но именно этот континуум лежит в основе всех геометрических и физических свойств пространства и тел. Поэтому не только труды, но даже упоминание имени Альберта Эйнштейна в коммунистической России было под запретом.

В современной физике и космологии идея А. Эйнштейна находит плодотворное развитие.

Именно, модель бытия Парменида объясняет противоречия квантовой физики. Корпускулярно – волновой дуализм – это бытие частиц в микромире, где частицы неподвижны в физическом вакууме (так на современном языке называется абсолют Парменида), частицы превращаются в волну, которая распространяется со скоростью света. Волна несет информацию о состоянии частицы и позволяет воссоздать частицу в новом такте её бытия в новом месте. Волновой характер движения – это и есть релятивизм, это и есть волновое уравнение Шредингера или Дирака движения микрочастиц в абсолютe. Механизмы, описываемые на уровне вторичного квантования, полностью соответствуют модели бытия.

Материаловеды сталкиваются с трудностями теоретического описания свойств керамических или металлических материалов из-за недостаточно квантового подхода к описанию. В их теоретических представлениях присутствуют атомы или молекулы с классическими свойствами. Химические связи рассматриваются через интерференцию квантовых состояний водородоподобного типа с поправками на возмущения либо на основе зонной теории. Некоторые авторитетные ученые материаловеды, как и древние металлурги, полагаются только на экспериментальные закономерности в каждой своей узкой области, и с гордостью пишут об этом в своих монографиях. В то же время имеются универсальные законы, общие для различных конденсированных сред. Они разработаны в теории сверхпроводимости. Теория основана на том, что на феноменологическом уровне конденсированное состояние описывается скалярной функцией конденсата $\psi(x,t)$, которая удовлетворяет уравнению Гинзбурга – Ландау – Горького.

$$\frac{\partial \psi(x,t)}{\partial t} = -\chi^2 * \frac{\partial^2 * \psi(x,t)}{\partial x^2} + \alpha * (T - T_c) * \psi(x,t) + \beta * \psi(x,t) * |\psi(x,t)|^2 \quad (1).$$

Существование функции коллективного движения обусловлено существованием единой в твердом теле поверхности Ферми сложной топологической формы. Её проявление на «необычных» топологических

свойствах материалов под воздействием низких или высоких температур, давлений, полей изучалось авторами, отмеченными Нобелевской премией и многими другими авторами, как Протоdjаконов, В.К. Федюкин [8] и других.

Рассмотрим, к каким свойствам твердых тел и космической оболочки приводит такой подход.

Дилатоны и зерна в твердых телах.

В предположении зависимости упругих констант от скалярного поля $|\psi(x, t)|^2$, уравнение состояния изотропного твердого тела - механики сплошных сред (МСС) будет иметь вид:

$$\sigma_{ik} = K(|\psi(x, t)|^2) * (\varepsilon_{il}(x, t) - \alpha_1 * (T(x, t) - T_0)) * \delta_{ik} + \\ + 2\mu(|\psi(x, t)|^2) * (\varepsilon_{ik}(x, t) - \frac{1}{3} \varepsilon_{il}(x, t) \delta_{ik})$$

В уравнении σ_{ik} тензор натяжений; $\varepsilon_{ik}(x, t) = \frac{1}{2} (\frac{\partial u_i}{\partial x_k} + \frac{\partial u_k}{\partial x_i})$ - тензор деформации, а $u_i(x, t)$ - вектор смещений узлов кристаллической решётки; α_1 - коэффициент теплового расширения.

К уравнению МСС следует добавить уравнение В.И. Гинзбурга –Л.Д. Ландау– Л.П. Горькова (ГЛГ) на скалярную функцию твердого тела, аналогичное уравнению ГЛГ в теории сверхпроводимости [11, с. 612]

$$\frac{\partial \psi(x, t)}{\partial t} = -D * \Delta \psi(x, t) - \frac{4 * \pi^3 * k * (T_c - T) * \tau_s}{3 * h^2} * \psi(x, t) + \\ + \frac{2 * \pi^2 \tau_s}{3 * h^2} * \psi(x, t) * |\psi(x, t)|^2,$$

Здесь $D = \frac{\tau * v_F^2}{3}$ – коэффициент диффузии валентных электронов в кристалле, τ_s – среднее время между взаимодействиями спаренных электронов с фотонами с переворотом спина электрона, τ – среднее время между взаимодействиями спаренных электронов с фотонами, v_F – скорость Ферми электронов кристалла, T_c - критическая температура.

Обобщением уравнения МСС может служить уравнение деформации в так называемой релятивистской форме, которое является точным как для деформации трехмерных тел, так и оболочек:

$$T_{ik} = E(|\psi(x, t)|^2) * g_{ik} + G(|\psi(x, t)|^2) * R_{ik} \quad (2)$$

Здесь T_{ik} - релятивистский тензор натяжений; $g_{ik} = \frac{1}{2} * (\delta_{ik} + \varepsilon_{ik})$ - метрический тензор равный сумме единичного тензора и тензора деформаций; $R_{ik}(x, t)$ -тензор Риччи кривизны оболочки, вычисляемый по метрическому тензору g_{ik} .

$$\varepsilon(x, t) = \frac{\sigma * \psi_0^4}{E_0 * |\psi(x, t)|^4} \quad (3)$$

Здесь σ –напряжение; E_0 - модуль Юнга зерна кристалла; ψ_0 - максимальное значение, которое функция принимает в области зерна кристалла.

Выражение (6) дает отличие деформации ε в зерне и в дилатонах, имеет нелинейный характер при больших напряжениях, при которых скалярная функция $\psi(x, t)$ заметно меняется в дилатонных областях.

Деформация ε входит в уравнение (1) через обратный метрический тензор g^{ik} в операторе Лапласа Δ . С учетом малости численного значения ε получим

$$\frac{\partial \psi(x, t)}{\partial t} = -(1 - \varepsilon) * \chi^2 * \frac{\partial^2 * \psi(x, t)}{\partial x^2} + \alpha * (T - T_c) * \psi(x, t) + \beta * \psi(x, t) * |\psi(x, t)|^2 \quad (4)$$

Учитывая малость по сравнению с единицей, будем в выражении (4) считать ε постоянным, а его изменения находить после решения (4) при помощи выражения (3). В таких предположениях получаем решение

$$\psi(x, t) = \frac{1}{2} \psi_0 * (1 + \tanh(\omega * t - k * x))$$

$$\text{где } \omega = \frac{3}{4} * \alpha * (T_c - T), \quad k = \sqrt{\frac{\alpha * (T_c - T)}{8 * (1 - \varepsilon) * \chi^2}}, \quad \psi_0 = \sqrt{\frac{\alpha * (T_c - T)}{4 * \beta}}.$$

Решение солитонного типа показывает рост кристалла вдоль нити по типу волны цунами. Скорость роста

$$V = \frac{\omega}{k} = \frac{3\sqrt{2}}{2} \chi \sqrt{\alpha(T_c - T)(1 - \varepsilon)}$$

$\chi = \chi_0 * \exp(-\frac{Q - \gamma \sigma^2}{RT})$, где $\chi_0 = \frac{h}{4\pi\sqrt{m_e}}$ выражается через константы системы СИ.

Что бы ответить на вопрос, каковы размеры зерен и межзернистого пространства дилатона, запишем выражение для свободной энергии и найдем размеры зерен, при которых свободная энергия минимальна, в соответствии с энергетическим принципом прочности Гриффита.

$$F(x, t) = \int_0^z \left(-\frac{\chi^2}{2} * \left(\frac{\partial \psi(x, t)}{\partial x} \right)^2 - \frac{\alpha}{2} (T_c - T) * \psi(x, t)^2 + \frac{\beta}{4} * \psi(x, t)^4 + \frac{\sigma^2 * \psi_0^2}{2E_0 \psi(x, t)^2} \right) * dx$$

Здесь z – размер зерна нити, со временем два соседних зерна наползают друг на друга и занимают область дилатона. Время t задает размер дилатона.

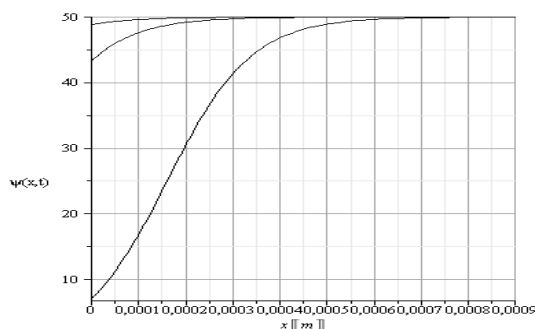


Рис.1. Скалярная функция двух сталкивающихся растущих зерен. Правая половина. Левая половина симметрична правой стороне.

Со временем размеры зерен увеличиваются, а размеры дилатонного пространства уменьшаются. Наша задача состоит в определении зависимости размера дилатона от размера зерна по минимальному значению свободной энергии $F(x, t)$.

Подставляя солитонное решение в выражение для свободной энергии правой половины зерна и дилатона мы можем вычислить значения $F(x, t)$, при определенном выборе параметров системы, которые показаны на типовом графике.

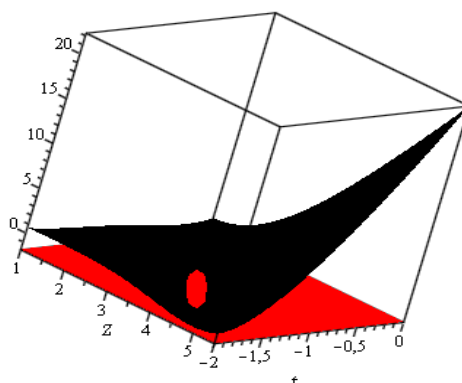


Рис. 2. Свободная энергия зерна и дилатона для различных размеров зерна Z и размеров дилатона, выраженного на графике через время t .

На рисунке 2 видно, что свободная энергия имеет минимальные значения в определенной области размеров – область, вырезанная плоскостью. Если контрастную плоскость опускать в область меньших значений свободной энергии, то выделенная область сведется в точку. Её положение и будет определять равновесные значения размеров зерна и дилатона.

При увеличении давления на образец, размеры зерен уменьшаются. При приближении температуры к критической или при приближении давления к критическому, размер равновесного дилатона растет и достигает критического значения, при котором скалярная функция в середине дилатона достигает значений близких к нулю. В таких дилатонах химическая связь прерывается и такое состояние материала относится к расплавам или к сверхпластическому

состоянию. В сверхпластическом состоянии твердые зерна легко скользят относительно друг друга как керамические зерна в подвижной массе.

На рисунке размеры зерна и дилатона приведены в относительных единицах.

Дилатоны в космосе

Армянский астроном В.А. Амбарцумян один из первых указывал на то, что наблюдательная астрономия сталкивается с существованием нестационарных объектов во Вселенной, которые не укладываются в космологическую модель Большого взрыва или Горячую модель. В частности, он подчеркивал особую роль процессов в ядрах галактик, которые иногда приводят к выбросам вещества из плотных областей галактик и образованию газовых туманностей в соответствии со вторым началом термодинамики. Обратные процессы возникновения галактик из газовых облаков за счет гравитационной неустойчивости, как механизм образования галактик в модели Большого взрыва, нигде не наблюдается.[1],[2] Современные астрономические факты убедительно подтверждают данную позицию. Точно так же подробные теоретические расчеты, проведенные Сибгатуллиным Н.Р. [3], показали, что в модели Фридмана - Леметра условия для появления нарастающей гравитационной неустойчивости отсутствуют во всех масштабах флуктуаций плотности. Для того, чтобы новые астрономические факты, к которым относятся прежде всего наличие сверх массивных черных дыр, анизотропия реликтового излучения, нейтрального водорода и красного смещения, наличие космологического магнитного поля, укладывались в космогоническую теорию в последнее время предпринято множество попыток построения самых необычных космологических моделей. Таких как инфляционных, пульсирующих, лямбда-моделей, моделей шестимерия, голографических моделей, модель Сахарова.

Предлагаемая нами модель рассматривает физический вакуум, как особую плотную пульсирующую эластичную оболочку. Оболочка заполнена космологическим магнитным полем, излучением и веществом, от которых зависят ее геометрические свойства. Кроме того имеется скалярное поле, удовлетворяющее уравнению (1), от которого зависят физические свойства оболочки - ее упругие константы. Уравнение тяготения А.Эйнштейна на самом деле является релятивистским уравнением деформации упругой среды (2), характерным свойством которой являются упругие пульсации оболочки.

В процессах пульсации оболочки наступают моменты концентрации магнитного поля до критических величин, что приводит к образованию космологических нитей Абрикосова. Эти космологические нити становятся сверхмассивными черными дырами, в которых локально идет варка вещества с последующими взрывными выбросами. Рождение вещества происходит во всей вселенной, но не в один миг и не в одной сингулярной точке. Временная зависимость образования барионного вещества наблюдается нами как зависимость плотности галактик от параметра красного смещения. Области, в которых расположены сверхмассивные черные дыры, образуют поверхности

фигуры гексагональной симметрии. Эти активные области Вселенной мы будем называть космологическими дилатонами. С космологическими дилатонами мы связываем анизотропию красного смещения, наличие потоков сверх скоплений галактик и анизотропию реликтового излучения.

Космологические зерна и дилатоны описываются теми самыми уравнениями, что и в твердых телах. Отличие заключается в значении упругих констант, критической температуры и параметров Гинзбурга – Ландау α и β . Однако система приводится к безразмерному виду, что обеспечивает полное сходство явлений в твердых телах и в космологической оболочке. Данное сходство имеет глубокую физическую аналогию, которая проявляется в единстве механизмов формирования конденсированной электронной системы, приводящей к сверхпроводимости и приводящей к твердому упругому состоянию вещества. Этот механизм на микроскопическом уровне раскрыл Н.Н. Боголюбов и другие.[6]. Универсальность подхода Н.Н. Боголюбова проявляется и в том, что метод Боголюбова успешно применяется так же для исследования свойств ядерной материи и атомных ядер [7]. Более того Брамс и Дикке, а так же Йордан, разработали скалярно - тензорную теорию гравитации, в которой они дополнили теорию тяготения А. Эйнштейна скалярным полем, от которого зависят значения гравитационных постоянных.[8]. Эта релятивистская идея и идея, высказанная Папини [9] в 1966-1970 годах о тесной аналогии между эйнштейновской теорией тяготения и физической теорией деформированного твердого тела, использовались нами для попытки построения новой теории деформации и долговечности [10],[11],[12], в которой упругие константы становились функциями параметра порядка, подобно тому как гравитационная постоянная G и космологическая постоянная Λ являются функциями скалярного поля в теории Йордана - Брамса - Дикке. Энергия связи электронов конденсата в твердых телах - параметр порядка Гинзбурга - Ландау. Нами показано, что в рамках такой теории появляются периодические образования - дилатоны Журкова в тонкой окисной пленке, подверженной равномерной деформации. Экспериментальные снимки показали гексагональную симметрию образовавшихся дилатонов. С другой стороны, аналогия с твердым телом позволяет дать интерпретацию теории Йордана-Брамса - Дикке и дополнить скалярное поле кубичным "Хигсовским" членом, как в теории сверхпроводимости Гинзбурга - Ландау.

Представляют интерес космологические дилатоны, которые могут появляться при однородных растяжениях плоской или сферической космологической пленки. На наш взгляд зернистая структура вселенной может объясняться не только механизмами образования блинов в режиме неустойчивости газовых облаков, но тем, что первоначально образуются космологические дилатоны, а затем в дилатонных областях происходит рождение сверх массивных черных дыр, затем и видимого вещества. Дилатонные области способствуют возникновению сверх массивных черных дыр, которые в последствии играют важную роль в процессах образования галактик. Наши предварительные оценки показали, что без образования

дилатонных областей сверхмассивные черные дыры не в состоянии образоваться в процессах поглощения релятивистского газа на ранних стадиях расширения галактики с лямбда членом.

Список литературы:

- 1.Л.Б. Потапова, В.П. Ярцев Механика материалов при сложном напряженном состоянии. Как прогнозируют предельные напряжения? М. Машиностроение -1 2005г.
- 2.Андрианов Н.Т., Лукин Е.С. Термическое старение керамики. М. Металлургия 1979г.
3. Журков С.Н. Проблема прочности твердых тел//Вестник АН СССР.- 1957.- №11.
- 4.Журков С.Н. К вопросу о физической основе прочности// ФТТ.-1980.- Т.22.-№11.
5. Захаров А.В., Шитикова Г.Ф. О разрушении тонкой окисной пленки на грани $\langle 1,0,0 \rangle \alpha$ -железа. Баш. ГПИ г. Уфа 1998г. Деп. ВИНТИ.
6. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц Теоретическая физика Том IX. М. Наука 1978г.
7. М.М. Боголюбов Метод квазисредних в статистической механике. Избранные труды. Том 3. М. Наука 1978г.
8. Федюкин В. К. Теория сверхдипольности веществ : монография / В. К. Федюкин. – СПб. : СПбГИЭУ, 2011. – 207 с. ISBN 978-5-9978-0075-8 [печатное издание]
- 9.В.А. Амбарцумян. Нестационарные объекты во Вселенной и их значение для космогонии Вестник АН от 08.12.05
- 10.В.А. Амбарцумян..Нестационарные объекты во Вселенной и их значение для исследования происхождения и эволюции небесных тел. // проблемы современной космогонии. Сб. М. 1972
12. В. Р. Регель, А. Ж. Слуцкер, Э. Ё. Томашевский Кинетическая природа прочности твердых тел. //Успехи физических наук Том 106, вып.2. февраль 1972 г. УДК 538.4
13. В. Л. Гинзбург и Л. Д. Ландау // [ЖЭТФ](#). — 1950. — Т. 20. — С. 1064.
14. Л.П. Горьков, Микроскопический вывод уравнений Гинзбурга-Ландау в теории сверхпроводимости, ЖЭТФ, 36(6), с.1918-1923. 1959г.
15. V. G. Solov'ev, Dokl. Akad. Nauk SSSR 123, p.437. 1958.
16. V. G. Solov'ev, J. Exptl. Theoret. Phys. U.S.S.R., 35, p. 823 1958.
17. Л.П.Горьков, Г.М.Элиашберг. ЖЭТФ, 54, с.612. 1968г.
- 18.В.Г. Соловьев Теория сложных ядер. "Наука" М.1971. с.559 530.1, С 60, УДК 539.1
- 19.Папини Г. Гравитация, инерция и физика твердых тел. сс.192-204.УДК 2551.266 Гравитация проблемы перспективы. Наукова думка Киев 1972

© Захаров А.В., 2016

АЛГОРИТМЫ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Захаров А.В.¹, Богданов М.Р.²

¹ *Башкирский государственный университет, г. Уфа*

e-mail: Ralzax@yandex.ru

² *Башкирский государственный педагогический университет им.М.Акмиллы,
УГАТУ, г. Уфа*

e-mail: bogdanov_marat@mail.ru

Определение информации А. Н. Колмогоровым как нижняя граница команд, необходимых для построения продукта является верным, эффективным и востребованным. Продукт, как результат осознанной деятельности, направлен на удовлетворение какой либо потребности как материальной, так и интеллектуальной.

В юриспруденции продукт – доказательная база, в экономике финансовая модель работы предприятия. В материаловедении продукт – материальное изделие, проходящее многочисленные стадии становления и утилизации. И в этом случае подход Колмогорова становится методологической основой производства.

Мы представим алгоритм одного важного этапа керамического производства, от которого существенно зависит качество продукта – этап термообработки, включающий сушку, дегазацию и дегидратацию материала изделия, его спекание и охлаждение. Наилучшее качество изделия обеспечивается оптимальным температурным режимом печи во времени. Для этого требуется метод и устройство регулировки подачи тепловой мощности печи, задающий технологический температурный режим.

В работе [1] был предложен метод, основанный на прогнозировании температуры в различных точках загруженной печи в зависимости от её конструкции, заполнения и подаваемой мощности нагревателей на основе термических потенциалов. Переход к образам Лапласа в термических потенциалах преобразует связь мощности и температуры в алгебраическое уравнение, решая которое находим образ мощности через образ Лапласа температурной функции. Обратное преобразование Лапласа восстанавливает временную зависимость функции мощности.

Для практической реализации нового компьютерного способа регулировки температуры, основанного на глубоких математических расчетах, нами предложен и рассчитан на мощность до 100 кВт индуктивный регулятор мощности. Несмотря на громоздкость магнитопровода для 100кВт, индукционный регулятор обладает неоспоримым преимуществом в том, что температура нагревателей изменяется плавно и исключаются температурные импульсы, негативно отражающиеся на качестве керамических изделий, которые имеют место при использовании тиристорных (симисторных) регуляторов. По найденной временной функции мощности находится величина зазора в магнитной цепи регулятора по установленной нами формуле.

Приведем алгоритм работы предложенного нами терморегулятора печи.

1. Проводится статистический анализ температурных режимов отдельных стадий теплового воздействия и устанавливается оптимальный температурный режим в виде таблицы

Время, с	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
Температура, °C	0	5,6	15,7	28,88	44,47	62,15	81,7	102,95	125,79	135,6

Расчеты производили в среде научных вычислений Python. С помощью библиотеки Scipy была проведена аппроксимация табличных данных и было получено уравнение шестой степени, описывающей экспериментальные данные.

$$T(t) = 33.31333 - 0.541846t + 0.0077t^2 + 0.00001t^3 + 6.72169110^{-9}t^4 - 210^{-12}t^5 + 2.252410^{-16}t^6.$$

Вследствие того, что рассматриваемая функция гладкая, ее аппроксимация возможна, как методом Лагранжа, так и методом наименьших квадратов. Мы использовали функцию linalg библиотеки Scipy.

Следующим шагом является обращение к пакету интегральных преобразований библиотеки Scipy с целью вычисления образа Лапласа полученной аналитической функции.

$$R(s) = 8(4.1641s^{-1} - 6.77310^{-2}s^{-2} + 1.92510^{-3}s^{-3} - 7.9989110^{-6}s^{-4} + 2.016510^{-8}s^{-5} - 310^{-11}s^{-6} + 2.02710^{-14}s^{-7}).$$

Далее, подставляем полученный образ Лапласа в уравнение печи в образах Лапласа, из которого находим образ Лапласа функции мощности.

Обратным преобразованием Лапласа находим временную функцию мощности.

$$P(t) = \sqrt{t}(2.254510^3 - 73.33978t + 1.3898810^2t^2 - 0.0023t^3 + 1.663610^{-6}t^4 - 5.510^{-10}t^5 + 6.75710^{-14}t^6)$$

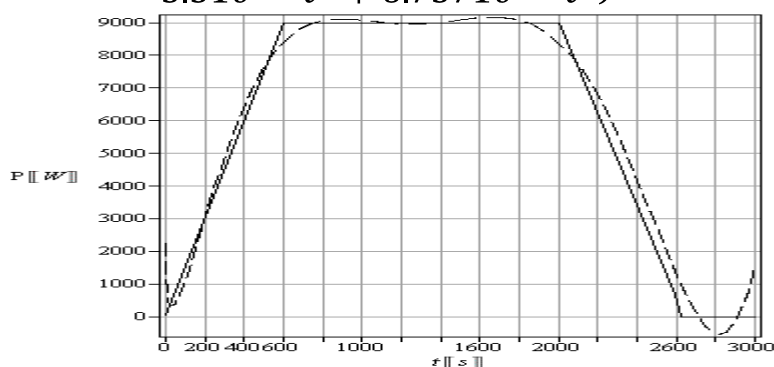


График полученной функции практически не отличается от экспериментально задаваемой температуры.

На следующем шаге определяем временную зависимость зазора ярма индуктивного регулятора мощности по расчетной формуле:

$$\delta = \frac{(1.12877 * p(t) - 37625.81 + \sqrt{-121377.4 * p(t)^2 + 4045913321 * p(t)}) * 2.5}{(118736 * p(t) - 3957876967)}$$

На следующем шаге устанавливаем интервал времени на таймер регулировки температуры при поступлении сигнала, от которого производится корректировка зазора через передаточное число механической системы и количество импульсов, подаваемых на шаговый двигатель, поднимающий и опускающий ярмо. Регулировка осуществляется в интервале времени, задаваемого как параметр управления. Плавность регулировки обеспечивается возможностью задавать интервал времени в минутах и даже в секундах.

Список литературы:

1. Ткачев В.И. Математическое моделирование и управление процессом теплопереноса в керамике с учетом ограничений на термические напряжения. Автореферат кандидатской диссертации. На правах рукописи. Уфа. 2015.
2. Ткачев В.И., Чудинов В.В., Морозкин Н.Д. Расчет динамики термоупругих напряжений в керамическом клапане методом конечных элементов. Вестник Башкирского государственного университета. 2004. Т.19, №.1. С. 8-13.
3. Морозкин Н.Д., Ткачев В.И., Чудинов В.В. Влияние коэффициента теплового расширения на термоупругие напряжения в керамической трубе. Вестник Оренбургского государственного университета. 2014. №. 9. С. 103-107.
4. Смирнов В.И. Курс высшей математики. Т.2. Москва. Наука. 1974. С. 136-144.
5. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Четвертое издание. Москва. Наука. 1974. С. 152-162.
6. Белинский С.М., Гарбуль В.Г. с соавторами. Под редакцией Смирнова В.В. Оборудование для дуговой сварки. Справочник. Ленинград. Энергоатом. 1986. С. 656.
7. Ким К.К., Зазубина Е.Б. Процессы диффузии магнитного поля в магнитопроводе магнитного подшипника. Научные Записки Комсомольск на Амуре Государственного Университета. Т.21.№.1-1. 2015.

© Захаров А.В., Богданов М.Р., 2016

УДК 544.18; 544.183; 544.18.2; 547.853; 547.854

МОДЕЛИРОВАНИЕ УРАЦИЛА В ВОДНОЙ СРЕДЕ ПОСРЕДСТВОМ АВ INITIO МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Ильина М.Г., Хамитов Э.М.

ФГБОУ ВПО Башкирский государственный университет, г. Уфа,

e-mail: margarita.kondrova@yandex.ru

ГУП Институт нефтехимпереработки РБ, г. Уфа

ФГБУН Уфимский институт химии РАН, г. Уфа,

e-mail: khamitovem@gmail.com

Урацилы входят в группу наиболее важных пиримидинов, играющих ключевую роль в структуре и функционировании нуклеиновых кислот,

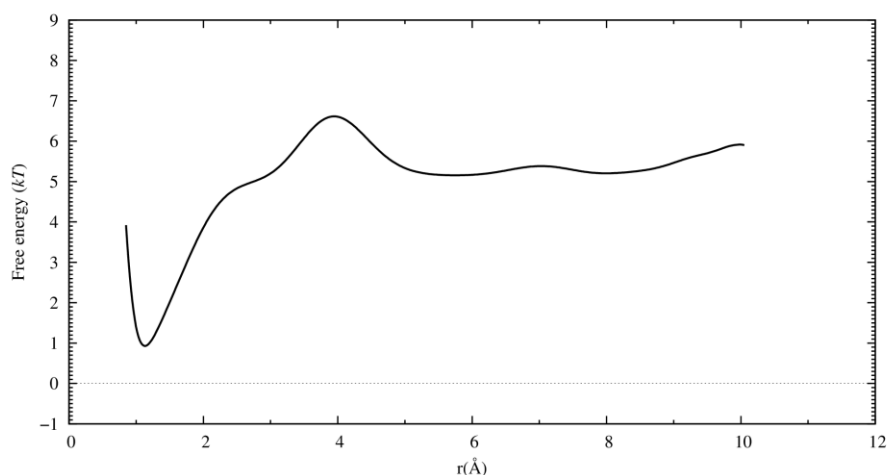
ферментов и лекарств [1-9]. Интерес к изучению урацила и его производных связан с их высокой физиологической активностью (антивирусная, антиканцерогенная, противовоспалительная и т.д.) и использованием в современной медицинской практике. Урацил и тимин, являясь компонентами нуклеиновых кислот, играют незаменимую роль в живой природе. Установлено, что встраивание в цепочку ДНК производных урацила может приводить к серьезным нарушениям при репликации ДНК – мутациям. Одной из причин возникновения мутаций принято считать образование анионных форм урацилов. Известно, что урацил и его производные являются слабыми двухосновными кислотами:

Значения pK_a определены для значительного числа производных урацила. Поскольку урацил имеет несколько возможных центров диссоциации, то немаловажным является вопрос очередности отрыва протона. Также, важен вопрос сольватного окружения урацила и его производных. В нашей работе [10] представлены расчеты pK_a урацила и его производных в пятиводном кластере. Однако, присутствующие производные содержат в себе заместители, неспособные самостоятельно диссоциировать. Картина меняется при добавлении в ряд производных, содержащих карбоксильную группу. Предполагается, что для корректного расчета pK_a данного вида соединений необходимо моделирование более сложной сольватной оболочки.

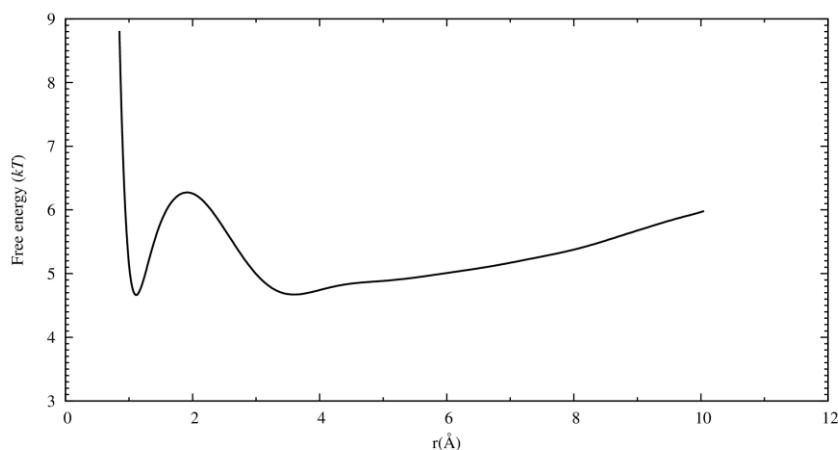
В связи с этим в данной работе проведено квантово-химическое моделирование взаимодействия молекулы урацила с молекулами воды методом *ab initio* молекулярной динамики Борна-Оппенгеймера (BOMD) на уровне теории DFT с использованием при помощи теории функционала плотности (DFT) ω PBE0/6-31+G(d) в программе TeraChem при температуре 1500⁰C.

Рисунок 1. Свободная энергия Гиббса как функция от длины связи между атомами: а) N1 – все атомы H; б) N3 – все атомы водорода

а)



б)



По результатам квантово-химического моделирования данного взаимодействия был проведен анализ парной радиальной функции распределения по типам атомов. Для построения волновой функции молекул применяли неограниченный метод Кона-Шама (волновая функция для открытых электронных оболочек). МД моделирование взаимодействия урацила с молекулами воды было выполнено в рамках ансамбля NVT с шагом 1 фс. Общее время симуляции составляло 20 пс. В качестве метода поддержания постоянства температуры системы был выбран термостат пересчета скоростей. Все необходимые расчеты были проведены на кластерном суперкомпьютере Enterprise ГУП ИНХП РБ. На рисунке 1 изображена зависимость свободной энергии Гиббса от длин связей в системе **N1 – H** атомы всей системы и **N3 – H** атомы во всей системе. Рисунок 1 характеризует подвижность всех атомов водорода в системе. По данным рисунка 1 можно сделать вывод о том, по какой из двух связей N1-H или N3-H происходит депротонирование урацила. Примененный нами подход позволит выйти за рамки классического QM определения pK_a урацила и его производных, что позволит применять метод без

ограничения для урацилов с заместителями любого типа. Метод молекулярной динамики является наиболее перспективным для изучения физико-химических свойств различных соединений, позволяющий на атомном уровне понять влияние различных факторов на исследуемый объект.

Работа выполнена при поддержке проекта №4.299.2014/К, исполняемого в рамках проектной части государственного задания Минобрнауки РФ в сфере научной деятельности.

Список литературы:

1. Борисова Н.С., Королева И.П., Зимин Ю.С., Гимадиева А.Р., Мустафин А.Г. Спектрофотометрическое исследование взаимодействия урацилов с яблочным пектином и продуктами его окисления // Химия и химическая технология. 2013. Т. 56, вып. 3. С. 46-50.
2. Борисова Н.С., Тимербаева Г.Р., Зимин Ю.С., Мустафин А.Г. Взаимодействие пектинов с 4- и 5-аминосалициловыми кислотами // Бутлеровские сообщения. 2013. Т. 34, вып. 4. С. 59-64.
3. Гимадиева А.Р., Мышкин В.А., Мустафин А.Г., Чернышенко Ю.Н., Борисова Н.С., Зимин, Ю.С., Абдрахманов И.Б. Получение и антигипоксическая активность комплексов производных урацила с дикарбоновыми кислотами // Химико-фармацевтический журнал. 2014. Т. 48, вып. 2. С. 25-28.
4. Гимадиева А.Р., Мышкин В.А., Мустафин А.Г., Чернышенко Ю.Н., Фаттахов А.Х., Абдрахманов И.Б., Толстиков Г.А. 5-Амино-6-метилурацил - перспективный антиоксидант пиримидиновой структуры // Доклады Академии наук. 2013. Т. 448, вып. 4. С. 484-486.
5. Гимадиева А.Р., Чернышенко Ю.Н., Абдрахманов И.Б., Мустафин А.Г. Синтез, модификации и биологическая активность урацилов. Уфа: Гилем, 2013. С. 176.
6. Мустафин А.Г., Гимадиева А.Р., Фаттахов А.Х., Абдрахманов И.Б. Синтез новых пиримидиновых нуклеозидов // Вестник Башкирского университета. 2010. Т. 15, вып. 3. С. 575-577.
7. Терентьев А.О., Борисова Н.С., Хамитов Э.М., Зимин Ю.С., Мустафин А.Г. Экспериментальное и квантово-химическое исследования взаимодействий 6-метилурацила с янтарной и фумаровой кислотами // Журнал физической химии. 2014. Т. 88, вып. 12. С. 1908-1913.
8. Фаттахов А.Х., Лобов А.Н., Гимадиева А.Р., Мустафин А.Г., Абдрахманов И.Б. Способ синтеза C(5)-аминопроизводных урацила // Вестник Башкирского университета. 2012. Т. 17, вып. 4. С. 1710-1714.
9. Хамитов, Э.М. Гимадиева А.Р., Фаттахов А.Х., Мустафин А.Г., Абдрахманов И.Б. Таутомерия 5-амино-6-метилурацила в рамках модели неспецифической гидратации // Вестник Башкирского университета. 2010. Т. 15, вып. 4. С. 1124-1126.

10. Ilyina M.G., Khamitov E.M., Ivanov S.P., Mustafin A.G., Khursan S.L. Anions of uracil: N1 or N3? That is the question // Computational and theoretical chemistry. 2016. 1087. PP. 81-87.

©Ильина М.Г., Хамитов Э.М., 2016

УДК 004

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Киреев И.Р., Абдрахманов Н.Х., Филиппов В.Н., Барахнина В.Б.

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа

В последние годы на объектах нефтехимического комплекса происходят аварии с трагическими последствиями. Например, 16 июня 2016 года на нефтеперерабатывающем заводе «Башнефть-Уфанефтехим» ПАО «АНК «Башнефть» произошла разгерметизация аппарата воздушного охлаждения, в результате которого образовалась взрывоопасная концентрация, которая привела к взрыву. Погибли шесть человек, и двое получили травмы различной тяжести.

На современном этапе развития технологии требуются специалисты, умеющие обеспечить безопасность в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

Особенности современной промышленности обуславливают требования к повышению теоретических знаний и их использования для решения задач по созданию безопасных технологий, умение обеспечить защиту работников от промышленных аварий и катастроф, а также охрану окружающей среды [1, 4].

Для повышения уровня промышленной и экологической безопасности на объектах нефтехимической промышленности необходимо осуществлять оптимизацию режимов работы установок.

В настоящее время на всех технологических установках используются компьютеры для управления процессом автоматизировано. Поэтому большое значение придается к специалистам требования умения ориентироваться в программном обеспечении (компьютерных программах) и применять в практических целях.

В процессе эксплуатации установок при нарушении технологического регламента возможны выделения взрывоопасных паров с последующим взрывом и разрушением оборудования, а также гибелью обслуживающего персонала и экологической катастрофой [2, 3].

Поэтому для предотвращения чрезвычайных ситуаций нами был разработан программный продукт с целью выявления слабых мест на установках и соответственно принятия необходимых мероприятий по повышению устойчивости работы технологического оборудования нефтегазового комплекса [4].

Ниже приводится функциональная модель.

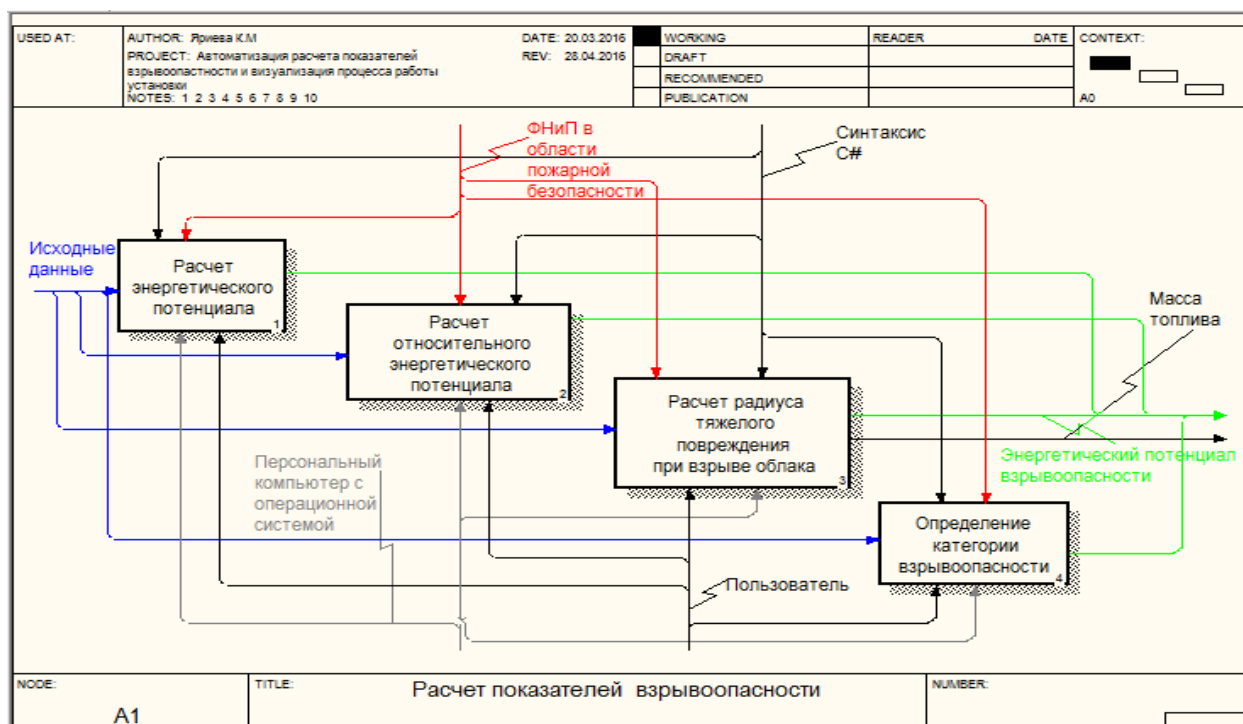


Рисунок 1 – Алгоритм программы «Расчет показателей взрывоопасности»

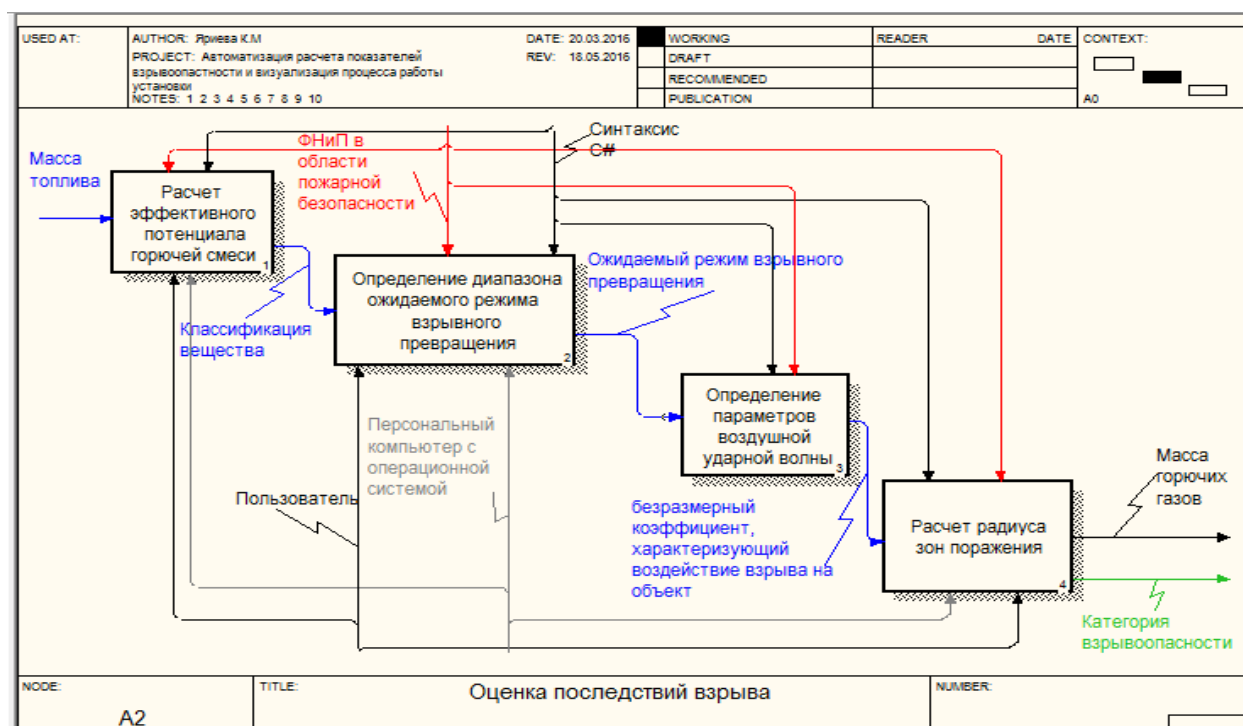


Рисунок 2 – Алгоритм программы «Оценка последствий взрыва»

Материалы программного продукта были опубликованы на международных научно-практических конференциях.

Список литературы:

1. Яриева К.М. студ.; Филиппов В.Н. доц., к.т.н.; Киреев И.Р. доц., к.х.н. XVI Обеспечение устойчивости работы установки замедленного коксования Сб. тр. Международной научно-технической конференции аспирантов и студентов

«Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых», г. Донецк, 2016. – С. 222-223.

2. Филиппова А.Г., Наумкин Е.А. Расчет интегрального параметра потенциальной опасности оборудования предприятий нефтегазовой отрасли с учетом степени поврежденности материала //Информационные технологии. Проблемы и решения: Материалы международной. научн.-практич. конф. Том 1, 20-22 мая 2015 г. /УГНТУ. – Уфа: Изд-во «Восточная печать», 2015. – С. 207-211.

3. Филиппов В.Н. Подход к решению экологических проблем предприятий ТЭК Республики Башкортостан /В.Н. Филиппов, Р.Г. Шарафиев, А.Ф. Нуриева, И.Р. Киреев //Проблемы и методы обеспечения надежности и безопасности систем транспорта нефти, нефтепродуктов и газа: Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: 22 мая 2013г. /ГУП ИПТЭР. – Уфа: Изд-во «Нефтегазовое дело», 2013. - С. 346-347.

4. Бисембаев А.С., Хайретдинов А.К., Филиппов В.Н., Киреев И.Р. Определение наиболее опасного технологического блока установки АВТ-2, и визуализация зон разрушения //Информационные технологии. Проблемы и решения: Материалы Международной. научн.-практич. конф. Том 1, 20-22 мая 2015 г. /УГНТУ. – Уфа: Изд-во «Восточная печать», 2015. – С. 288-290.

© Киреев И.Р., Абдрахманов Н.Х., Филиппов В.Н., Барахнина В.Б., 2016

УДК 621.762.4

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АСИММЕТРИЧНОЙ ПРОКАТКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЛЕНТЫ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ

Колпаков А. С., Гогаев К. А.

*Институт проблем материаловедения им. Францевича И.Н. НАН Украины,
г. Киев*

С развитием такой области, как математическое моделирование, стало возможным строить математические модели процессов обработки металлов давлением, а в частности и для прокатки. Одним из перспективных способов получения биметаллических длинномерных полуфабрикатов и изделий, в виде пористых и безпористых лент, является асимметричная прокатка порошков и гранул. В отличие от классической (симметричной) схемы прокатки, асимметричная схема предполагает создание рассогласования скоростей валков, в данном частном случае, за счет использования валков разного диаметра. Разница в скорости вращения валков приводит к значительному увеличению сдвигающих напряжений в зоне деформации, снижению нормальных контактных напряжений, а также снижению количества брака на производстве, за счет создания переднего и заднего натяжения в очаге деформации, что невозможно повторить, используя классический вариант прокатки металлических порошков [1]. Цель данной работы – это расчет и

анализ процесса частного случая прокатки (асимметричной прокатки) порошков систем Fe-Ti и Fe-Cu в биметаллические ленты, в валках с разными диаметрами, с реализацией математической модели методом конечных элементов.

Исходные данные необходимые для проведения расчетов были получены экспериментальным путем. На стане ДУО 200, из порошковых металлов были прокатаны образцы биметаллов систем Fe-Ti и Fe-Cu. Коэффициенты, использованные при расчете задачи, были установлены из экспериментальных данных [3-5].

Таблица 1

Свойства биметаллических лент системы Fe-Ti, полученных при моделировании асимметричной прокатки, методом МКЭ

Образцы	Fe 1мм-Ti 1,2 мм (Ti b, Fe s)		Fe 1,2 мм-Ti 1мм (Ti s, Fe b)	
Материал	Ti	Fe	Ti	Fe
Толщина мм	0,43	0,32	0,38	0,42
$P_{\max}$ МПА	514	527	1085	1017
$\rho_{\max}$ %	0,967	0,897	0,999	0,994

, где Fe 1мм-Ti 1,2 мм (Ti b, Fe s)-со стороны меньшего валка расположен слой железа толщиной 1мм; Fe 1,2 мм-Ti 1мм (Ti s, Fe b)- со стороны меньшего валка расположен слой титана толщиной 1 мм; $P_{\max}$ - это максимальные контактные напряжения; $\rho_{\max}$ - максимальная плотность.

Таблица 2

Свойства биметаллических лент системы Fe-Cu, полученных при моделировании асимметричной прокатки, методом МКЭ

Образцы	Fe 1мм-Cu 1,2мм (Cu b, Fe s)		Fe 1,2 мм-Cu 1мм (Cu s, Fe b)	
Материал	Fe	Cu	Fe	Cu
Толщина мм	0,4	0,4	0,43	0,43
$P_{\max}$ МПА	501	453	507	486
$\rho_{\max}$ %	0,986	0,927	0,953	0,966

, где Fe 1мм-Cu 1,2мм (Cu b, Fe s)-со стороны меньшего валка расположен слой железа толщиной 1мм; Fe 1,2 мм-Cu 1мм (Cu s, Fe b)-со стороны меньшего валка расположен слой меди толщиной 1 мм; $P_{\max}$ - это максимальные контактные напряжения; $\rho_{\max}$ - максимальная плотность.

Проведенное моделирование позволило дать теоретическую оценку толщин лент (Таблица 1, Таблица 2) и соотношения толщин ее слоев; установить, что при прокатке порошка титана со стороны малого валка и со смещением шибера бункера в сторону нужного валка, можно получить биметалл с необходимой пористостью и соотношением слоев. Математическое моделирование позволило установить, положение шибера, для получения биметаллической ленты с заданным соотношением слоев.

Список литературы:

1. Гогаев К.А., Калуцкий Г.Я. Воропаев В.С., Колпаков А.С. (ИПМ НАН Украины) Совершенствование процесса прокатки металлических порошков за

счет использования скоростной асимметрии рабочих валков. - Обработка металлов давлением 2012 №4(33), стр. 196-201.

2. Гогаев К.А., Колпаков А.С., Калущкий Г.Я. Воропаев В.С, Радченко А. К., Патент на корисну модель № 74685, Спосіб асиметричної прокатки металевих порошків і гранул. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 12.11.2012

3. Гогаев К.А., Калущкий Г.Я. Воропаев В.С., Колпаков А.С. (ИПМ НАН Украины) Контактное напряжение в очаге деформации и среднее давление при асимметричной прокатке металлических порошков. - Порошковая металлургия, 2013 №3/4, стр. 12-19.

© Колпаков А. С., Гогаев К. А., 2016

УДК 681.2

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ БЕЗ УЧАСТИЯ ВОДИТЕЛЯ

Орифов А.А.

Баширский государственный университет, г. Уфа

В результате изобретения транспортных средств, человечество получило возможность передвигаться и перевозить товары существенно быстрее. Это способствовало улучшению качества жизни людей, как с экономической, так и с социальной точки зрения и качественно улучшило быт каждого из нас. Но с другой стороны в результате дорожно-транспортных происшествий ежегодно погибает множество людей. По результатам исследования проведенного всемирной организацией здравоохранения в 2008 году в 178 странах уровень смертности в ДТП на 100 тысяч жителей равняется в среднем 17 человекам. На территории Российской Федерации в период с 1992 года по 2014 год ежегодно погибало 20-37 тысяч человек, а получали ранения или становились инвалидами свыше 100 тысяч людей. К сожалению, в большинстве случаев ДТП виноватыми оказываются участники дорожного движения. Это выражается в вождении автомобиля в нетрезвом виде, несвоевременном техническом обслуживании автомобиля, несоблюдении правил дорожного движения при управлении автомобилем и т.д.

Для минимизации влияния человеческого фактора на ДТП, мировыми автопроизводителями создавались вспомогательные системы управления автомобилем (изменение жесткости подвески автомобиля в зависимости от дорожного покрытия, круиз контроль и т.д). Но наиболее эффективным вариантом уменьшения травм и летальных случаев при ДТП может стать создание беспилотного автомобиля. Беспилотный автомобиль — транспортное средство, оборудованное системой автоматического управления, которое может передвигаться без участия человека. Разработкой беспилотных автомобилей занимаются практически все известные автомобильные концерны и предприятия, такие как GM, Mercedes-Benz, BMW, Volkswagen, Volvo, Toyota и

т.д.. Существует и отечественная разработка компании КамАЗ [1], которая готовится к испытаниям своего первого беспилотного грузовика на дорогах общего пользования. На данный момент максимальная скорость автономного управления не превышает 60 км/ч, однако в будущем ее планируют увеличить до 80-90 км в час. «Беспилотники» умеют двигаться в колонне. При сближении грузовики устанавливают соединение с помощью радиосвязи. Автомобили начинают ехать с одинаковой скоростью на расстоянии около семи метров друг от друга. Если первая машина притормаживает, то вторая делает, то же самое. Серийное производство российского грузовика с автопилотом может начаться не раньше, чем в 2019 году. Первичные инвестиции в проект составили 390 млн. рублей. Общий объем средств, необходимых для организации и запуска полноценного серийного производства комплекса, составляют порядка 12 млрд. рублей, которые должны поступить в течение ближайших пяти лет. Но наибольшего успеха достигла компания Google, которая вложила порядка 5 млрд. долларов на разработку собственного «беспилотника» и на протяжении шести лет тестирует свое изобретение на дорогах штата Невада. И в период с 2009 по 2014 год было зарегистрировано 11 незначительных случаев ДТП виновными, в которых была не ошибка системы, а действия людей.

В систему беспилотного автомобиля входят некоторые подсистемы: «умная оптика», «обнаружение пешеходов», «парковочная система управления», «система управления удержания на полосе», «система управления проездом перекрестков», «активная подвеска», «адаптивный круиз-контроль» [2].

«Система управления удержания на полосе» реализуется с помощью следующей структуры на основе ПИ закона и имеет существенный недостаток, связанный с ограничением скорости (при превышении скорости автомобиля выше 60 км/ч система ведет себя неустойчиво). Для увеличения максимальной скорости автомобиля, при которой система была бы устойчива, применили ПИД закон в структурной схеме. В результате чего максимальная скорость автомобиля, при которой система устойчиво работает, была увеличена с 60 км/ч до 100 км/ч. Улучшение схемы позволило существенно увеличить максимальную скорость автомобилей управляемых подсистемой «система управления удержания на полосе» и сохранить стабильность системы в целом.

Также применение ПИД закона позволило улучшить динамические характеристики системы и качество управления системы.

Предлагаемая система управления автомобилем может применяться для перевозки сырья и готовых изделий в складских помещениях керамических производств большой производительности.

Список литературы:

1. www.kamaz.ru/
2. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления М.: Лаборатория базовых знаний, 2002.-832 с.

© Орифов А.А., 2016

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕРПОЛЯЦИИ КРИВЫХ И ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ
КОМПЬЮТЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Райский В.В.

Бакирский государственный университет, г. Уфа

Компьютерное моделирование технологий в настоящее время все чаще связано с использованием различных систем автоматизированного проектирования (AutoCAD, КОМПАС и др.), в то же время современный дизайн техники предполагает использование сложных форм корпусов и целого ряда деталей, а в производстве встречаются изделия, формы которых весьма затруднительно описать математически, что затрудняет разработку управляющих программ для оборудования.

Графическому представлению уравнений, описывающих различные кривые и поверхности, посвящено огромное количество работ. Однако, большинство из них носит чисто теоретический характер и с трудом могут быть использованы в реальных системах автоматизированного проектирования. При разработке конкретных алгоритмов мощные математические приемы численного анализа типа ортогональных функций, разделенных разностей и т.п. часто ставят больше проблем, чем решают. Поэтому при выборе математического аппарата анализа и интерполяции графических объектов в автоматизированных системах проектирования следует ориентироваться на работы, посвященные решению задач представления геометрических образов с помощью достаточно простых методов, легко формализуемых и встраиваемых в машинные алгоритмы. С этих позиций большой интерес представляют работы по теории полюсов П. Кастельжо, Р. Ризенфельда, В.С. Рябенского и др.

Теория полюсов является новой теорией интерполяции, которая обобщает точечную интерполяцию Лагранжа и позволяет проводить аппроксимацию дугами полиномов любой степени вплоть до бесконечной, если этого требуют условия сшивки. При этом гарантируется строгое алгебраическое восстановление полинома, определенного на произвольном числе точек. С помощью этого метода достигается сглаживание, гораздо более гибкое, чем с помощью метода наименьших квадратов, и не связанное с необходимостью минимизации. Из этой теории вытекает ряд частных приложений: *B*-сплайны [1, с.57, 4, с.89], теория В.С. Рябенского [3, с. 46] и др.

Полюс - это управляющая точка объекта, определяемая исходя из полярной формы полиномов, используемых для интерполяции. Оригинальный подход, примененный П. Кастельжо [2, с. 37], позволил существенно повысить эффективность применения теории полюсов в автоматизированных системах проектирования. Основные преимущества такого подхода, который будет рассмотрен ниже, следующие:

1. Результат интерполяции не зависит от выбора координатных осей.
2. Результат получается легко обозримым благодаря наличию специальным образом построенных опорных точек (полюсов).

3. Перемещая полюсы, можно плавно изменять форму объекта.

4. Полюсы располагаются вблизи от геометрических объектов, что устраняет трудности, связанные с бесконечными ветвями, например трудности, которые возникают при черчении дуги окружности большого радиуса, если центр расположен вне чертежного планшета.

5. Удобство работы с проекциями. Полюсы проекции являются проекциями полюсов.

6. Независимость полюсов от направления обхода кривой при их вычислении.

7. Легко достигается плавность вычисленной кривой, что выгодно отличается от разложения в ряд, когда при возрастании степени разложения резко возрастают трудности стыковки на границах.

8. Используются полиномы. Однако, по сравнению с разложением в ряд существенно повышается общность и гибкость.

9. В рамках аффинной геометрии полюсы обладают регулярными свойствами.

Рассмотрим используемые способы описания геометрических объектов. В теории полюсов кривые на плоскости и в пространстве задаются в параметрическом виде как функции $x(t)$, $y(t)$ и $z(t)$ для кривых в пространстве. Ограничения на размерность пространства отсутствуют. Описание поверхностей зависит от геометрии их разбиения задающими точками. При разбиении на клетки поверхность задается двумя параметрами u и v , изменение которых в определенных пределах ($u_i \leq u \leq u_{i+1}$, $v_i \leq v \leq v_{i+1}$) дают клетку поверхности. При разбиении на треугольники используются три параметра u , v , w ($u+v+w=1$; $u, v, w > 0$). Число параметров можно легко увеличить, при этом не возникает никаких теоретических трудностей.

В теории сплайнов, как и в теории полюсов, параметры можно выбирать произвольно, но если два параметра становятся близкими друг другу и за счет находящегося в знаменателе члена $t_i - t_j$ коэффициенты в выражении для разделенных разностей для точек t_i и t_j стремятся к бесконечности, остается ограниченной только их сумма. Подобные сплайны с близкими параметрами называются субсплайнами [5, с. 103]. Сохранение непрерывности путем вычитания бесконечных величин является недостатком субсплайнов, приводящим к потере информации, поэтому субсплайны на практике почти не используются.

В отличие от этого в теории полюсов сохранение непрерывности для близких параметров происходит путем их обращения в нуль. Для получения непрерывности порядка $n - p$ необходимо учесть p дополнительных условий путем включения необходимого числа новых полюсов для учета непрерывности соответствующих производных.

Все результаты, полученные с помощью сплайнов, могут быть получены также с помощью полюсов, но не наоборот. Теория полюсов является полностью алгебраической, в то время как теория B -сплайнов основана на идеях математического анализа. Алгебраические методы позволяют полностью

учесть все возможные варианты. Интерполяция начинается с вычисления полинома Лагранжа на $(r + 1)$ точках, где r - степень восстановления (степень интерполяционного полинома). Из них определяются последовательность полюсов, а общая картина интерполяции образуется с помощью перегруппировки полюсов, полученных на различных участках. При этом всегда остаются постоянными число индексов n , порядок непрерывности (связанный с числом повторения индексов) и степень восстановления r .

Подобная схема вычислений обеспечивает высокую эффективность за счет большого числа удовлетворяемых условий при небольшом числе параметров и достаточно гибкого сглаживания без использования понятия минимума. Становится возможным определить лучшую интерполяцию, чем интерполяция с помощью сплайнов или B -сплайнов.

Применение теории полюсов делает очень наглядным смысл сглаживания, которое определяется «математическим напряжением» в каждой точке сшивки, представленным в виде вектора. Критерием сглаживания могла бы служить минимизация суммы квадратов этих векторов, но его применение выходит за рамки алгебраических методов. Для алгебраически оптимального выбора параметров следует позаботиться о том, чтобы вектор «математического напряжения» не был бы касательным к кривой. Его направление выбирают по нормали или близким к этому. Легко можно также осуществить и учет краевых эффектов. Можно, например, закончить обработку простым полюсом в краевой точке (n -кратное повторение индекса) или же уменьшить степень интерполяции r до нуля.

Список литературы:

1. Riesenfeld R. Applications of B-Spline Approximation to geometric Problems of Computer Aided Design, UTEC CSC, 73-126, March, 1993.
2. Casteljau P.F. Formes à pôles, Paris, 1988.
3. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. М.: Наука, 1999.
4. Cohen E., Lyche T., Riesenfeld R. Discrete B-Splines and subdivision Techniques, Computer Aided Geometric Design and Computer Graphics (University of Oslo Norway), Computer Graphics and Image Processing, 14, p.87-111, 1999.
5. Альберт Дж., Нильсон Э., Уолш Дж. Теория сплайнов и ее приложения. - М.: Мир, 2002.

© Райский В.В., 2016

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ: РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ

Сонькин А.Р., Шарипзянов Д.И.

*Альметьевский филиал Учреждения высшего образования «Университет
управления «ТИСБИ»»*

На данный момент имеется огромное количество программного обеспечения, которое может вполне просто исполнить желания абсолютно любого инженера-дизайнера, начиная от весьма простого и понятного Zbrush'a и заканчивая относительно сложным Autocad'ом. Разумеется, под каждую задачу используется свое программное обеспечение, так как, например, в Zbrush нельзя воспользоваться теми функциями, которые присутствуют в Autocad, или 3DS Max. Это подразумевает то, что приходится использовать большое количество программного обеспечения, так как практически ни в одном из них нет всех тех инструментов, которые позволяют идеально настроить процесс моделирования под себя.

Вообще, программное обеспечение для реализации композиционных материалов можно поделить на два вида:

- Обычное ПО для дизайна или инженерных решений, основными функциями которых не является моделирование композиционных материалов. Примерами этого могут являться Zbrush, Blender и т.д.

- Специализированное программное обеспечение, которое было создано для реализации композиционных материалов. К примеру Digimat, ANSYS и т.д.

Если мы возьмем первый вид, то воссоздать определенную модель, которая будет похожа на композиционный материал возможно, однако, композиционный материал – в первую очередь, это материал, в котором используются несколько других материалов, между которыми есть определенная, чёткая граница разделения этих нескольких материалов, и между которыми есть ярко-выраженная матрица. Идеально показать матрицу тяжело, на таких программах весьма проблематично, так как правильно показать саму сложность композиционных материалов, матрицу, армирующие элементы, линию разделения невозможно. Следовательно, возможно создание модели, которая будет смутно напоминать модель из композиционного материала, однако, не будет являться ей.

Если взять другую группу, то показать композиционные элементы в другом программном обеспечении – возможно и реально. Во многом специализированных программах, к примеру, в Digimat, или ANSYS. Также можно выделить Autocad, в котором есть инструмент «слоистые элементы».

Нужно отметить, что моделирование композитов – очень трудоёмкий процесс, который тяжелее моделирования простых элементов, так как слои могут иметь различные свойства, гибкость, разрушаемость. Для всего этого необходимо использовать немалое количество разнообразных формул начиная от простых математических и заканчивая сложными химическими и

физическими. Без использования данных формул не получится воссоздать наиболее полную картину композиционных материалов, воздействие на материалы, анализ повреждений или температуры.

Разумеется, необходимо вписать определенную «базу данных» для программного обеспечения, содержимое которой выглядит следующим образом:

- Название слоя
- Материал слоя
- Свойства слоя (начиная от гибкости и заканчивая описанием разрушающей деформации)

В современном программном обеспечении возможно и такое, что свойства слоя могут быть взяты и своей базы данных, так как материалы могут быть и описаны заранее, разработчиками этих программ. Такое наблюдается, например, в Digimat.

Программное обеспечение может использоваться не только для моделирования композитных материалов, но также и для анализа и прогнозов разрушений.

К примеру, по заранее заданным формулам происходит расчёт разрушений такого композиционного материала, как например, крыло самолёта Boeing 787 Dreamliner, который на 50% состоит из композиционных материалов. Разумеется, условия столкновений могут быть абсолютно разными, но возьмем за пример касание стены. Для начала, вводятся первоначальные данные, к примеру, скорость столкновения, твердость композиционных материалов, стены. Создаётся ряд условий, которые создают данную ситуацию в электронно-вычислительной машине. Эта ситуация обрабатывается, и в течении некоторого времени на экран выводится статистика, определенная «карта данных», на которой, собственно, показан сам композиционный материал, возможные зоны столкновений (предкрылки, закрылки и т.д) и последствия (конечно, показать сами последствия и возможные разрушения – практически невозможно на автоматическом уровне, придется «рисовать» в ручном режиме, например, в первом виде ПО).

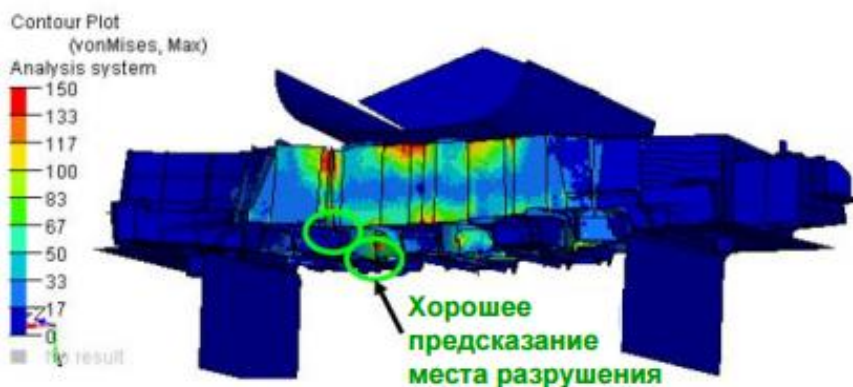


Рис.1. Пример разрушения модели из композиционного материала в Digimat

На рисунке выше указана примерная «карта данных» возможных мест разрушений. Разумеется, 100% достоверного результата получить невозможно,

это больше теория вероятности, однако, тех результатов, которые можно получить – вполне достаточно для того, чтобы проанализировать и обработать эту информацию, либо, возможно, даже как-либо повлиять; улучшить конструкцию, изменить матрицу материала. Для получения 100% результатов используются физические испытания, которые, по очевидным причинам, провести в ЭВМ невозможно.

Могут быть и другие испытания, к примеру, на жаростойкость, в которых лидируют композиционные материалы с керамической матрицей. В испытаниях на жаропрочность в первую очередь показываются зоны, в которых наиболее вероятно будет высокая температура при нагреве композиционного материала.

На основе этих данных возможно использование других пар композиционных материалов; всё зависит лишь от конечной задачи, которая требуется от данного материала. К примеру, если необходима высокая жаростойкость, то, как было сказано выше – возможно воспользоваться таким композиционным материалом с керамической матрицей, а если необходима наиболее высокая прочность материала – то возможно использовать металлическую матрицу.

Разумеется, необходимо учитывать данные результаты испытаний, так как не может быть того, чтобы композиционный материал был силён во всех аспектах, инженер создающий слои должен учитывать результаты испытаний, для создания композиционного материала под определенную задачу. Для примера, возьмем тот же самый композиционный материал с керамической матрицей. У данного материала ударопрочность ниже, чем у материала с металлической матрицей, однако, если задача состоит в том, чтобы не допускать перегрева – без данной матрицы не справится.

Тяжело представить текущий мир без информационных технологий, и эти технологии касаются любой из сфер нашей жизни. Информационные технологии касаются также и композиционные материалы, так как без программного обеспечения, которое было указано выше – в несколько раз тяжелее создать идеальные условия для выпуска данной продукции.

Без программного обеспечения невозможно создать достоверно точно модель реализуемой продукции; также без него невозможно создать определенные испытания, не создавая ничего физически. Данные факторы могут повлиять на качественный выпуск этого сложного, но всё же нужного продукта, без которого весьма смутно можно представить новейшие типы самолётов, ракет, шаттлов, зондов, брони и даже стоматологии.

Без данного программного обеспечения будет весьма проблематично создать целый конвейер из композиционных материалов, так как для создания идеального конвейера необходимы точные расчёты и подсчёты, которые до последней и мельчайшей детали возможно реализовать лишь в этом программном обеспечении.

Несомненно, программы для моделирования композиционных материалов необходимы в дальнейшем для обеспечения наиболее работоспособной

атмосферы, и гибкого конвейера, так как при их активном использовании скорость измерений и вычислений увеличивается в несколько, а то и в десятки раз. Необходимо учитывать это для того, чтобы налаживать собственное производство этого весьма непростого материала.

Список литературы:

1. Журнал «Composite 21 Century»: Май 2011, с. 13-15.
2. Скворцов, Ю. В. Моделирование композитных элементов конструкций и анализ их разрушения в САЕ-системах MSC. Patran-Nastran и ANSYS: электрон. учеб. пособие/Ю. В. Скворцов, С. В. Глушков, А. И. Хромов; Минобрнауки России, Самар, гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (Нац. исслед. ун-т). - Самара, 2012.
3. Wikipedia, Boeing Dreamliner. [URL:https://ru.wikipedia.org/wiki/Boeing_787_Dreamliner](https://ru.wikipedia.org/wiki/Boeing_787_Dreamliner)

© Сонькин А.Р., Шарипзянов Д.И., 2016

УДК 004:942

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОГРАММЕ BPwin «СБОРКА И ТЕСТИРОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРОВ»

Фархутдинов Д.Ф., Федоров Э.А., Батршина Г.С.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

BPWin – мощный инструмент моделирования для анализа, документирования и понимания комплексных бизнес-процессов.

Моделирование полезно:

для устранения избыточных или ненужных блоков (функций);

для сокращения затрат;

для совершенствования работы компании;

для повышения качества обслуживания клиентов.

С использованием BPWin строятся диаграммы бизнес-процессов, ясно показывающие бизнес-процессы (блоки), результаты их работы и ресурсы, необходимые для их функционирования. BPWin-модель обеспечивает объединенную картину того, как организация добивается выполнения своих целей, от маленьких отделов до всей компании в целом. Также можно использовать BPWin для моделирования потоков работ, потоков процессов и потоков данных.

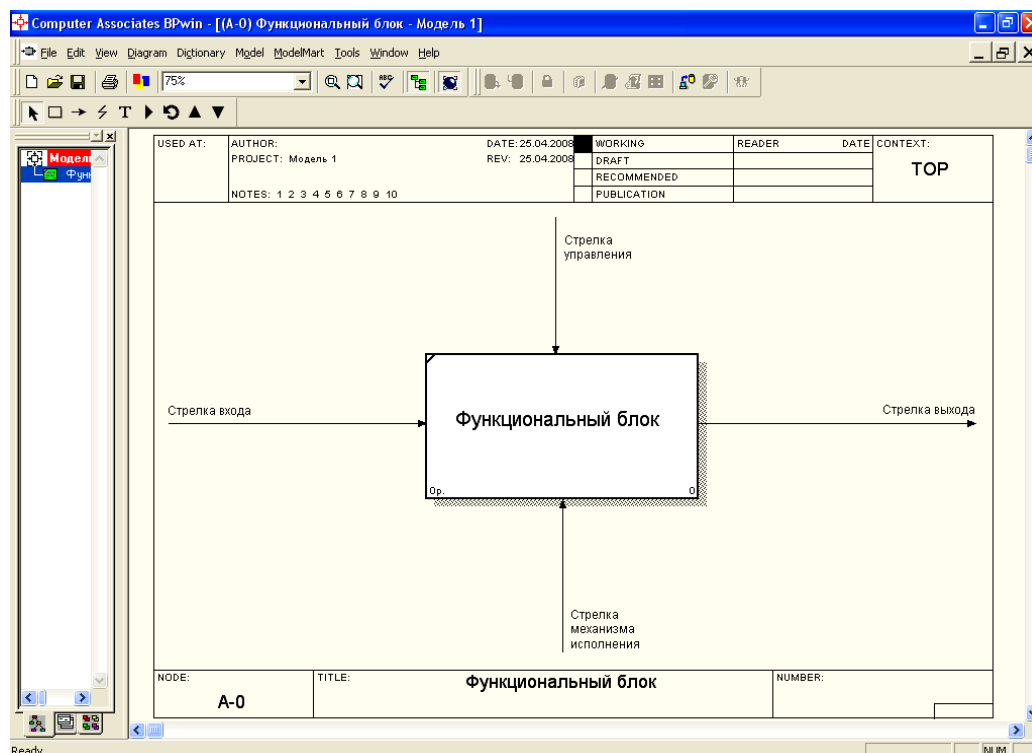


Рисунок 1. – Главное окно BPWin

Наша работа заключается в моделировании «Сборка и тестирование компьютеров». В результате проведения экспертизы мы выяснили:

производственный отдел по ИТ получает заказы клиентов от отдела продаж по мере их поступления;

диспетчер координирует работу сборщиков, сортирует заказы, группирует их и дает указание на отгрузку компьютеров, когда они готовы;

каждые 2 часа диспетчер группирует заказы отдельно для настольных компьютеров и ноутбуков и направляет на участок сборки;

сотрудники участка сборки собирают компьютеры согласно спецификациям заказа и инструкциям по сборке. Когда группа компьютеров, соответствующая группе заказов, собрана, она направляется на тестирование. Тестировщики тестируют каждый компьютер и в случае необходимости могут заменить неисправные компоненты;

тестировщики направляют результаты тестирования диспетчеру, который на основании этой информации принимает решение о передаче компьютеров соответствующей группы заказов на отгрузку.

На основе этой информации мы создали новые работы и стрелки (таблицы 1 и 2).

Таблица 1 – Декомпозиция процесса в Bpwin
«Сборка и тестирование компьютеров»

Функциональный блок	Описание	Статус
Отслеживание расписания	Просмотр заказов, установка расписания и выполнения заказов, просмотр результатов	WORKING

управление сборкой тестированием	тестирования, формирование групп и заказов на сборку и отгрузку	
Сборка настольных компьютеров	Сборка настольных компьютеров в соответствии с инструкциями и указанием диспетчера	WORKING
Сборка ноутбуков	Сборка ноутбуков в соответствии с инструкциями и указаниями диспетчера	WORKING
Тестирование компьютеров	Тестирование компьютера и компонент. Замена неработающих компонент.	WORKING

Таблица 2 – Описание стрелок для декомпозиции процесса «Сборка и тестирование компьютеров»

Стрелка	Источник	Тип	Назначение	Тип назначения
1	2	3	4	5
Диспетчер	Персонал производственного отдела	Mechanism ↑	Отслеживание расписания и управление сборкой и тестированием	Mechanism ↑
Заказы клиентов	{Border}	Control ↓	Отслеживание расписания и управление сборкой и тестированием	Control ↓
Заказы на настольные комп -ры	Отслеживание расписания и управление сборкой и тестированием	Output →	Сборка настольных компьютеров	Control ↓
Заказы на ноутбуки	Отслеживание расписания и управление сборкой и тестированием	Output →	Сборка ноутбуков	Control ↓
Компоненты	{Tunnel}	Input →	Сборка настольных компьютеров Сборка ноутбуков Тестирование компьютеров	Input → Input → Input →

Настольные комп -ры	Сборка настольных компьютеров	Output →	Тестирование компьютеров	Input →
Ноутбуки	Сборка ноутбуков	Output →	Тестирование компьютеров	Input →

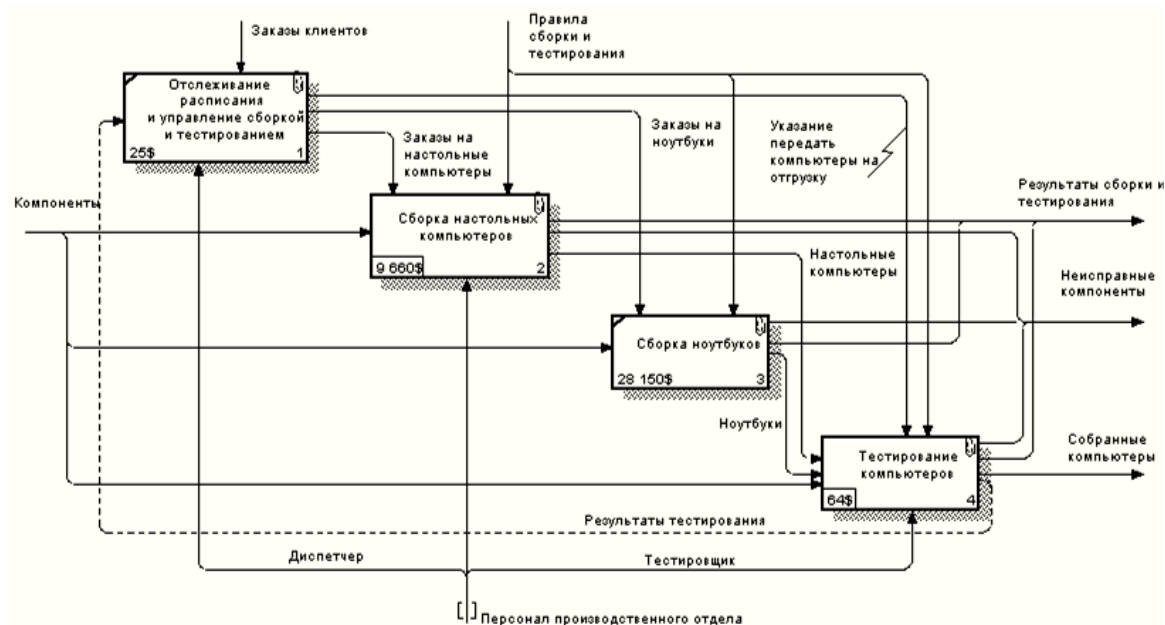
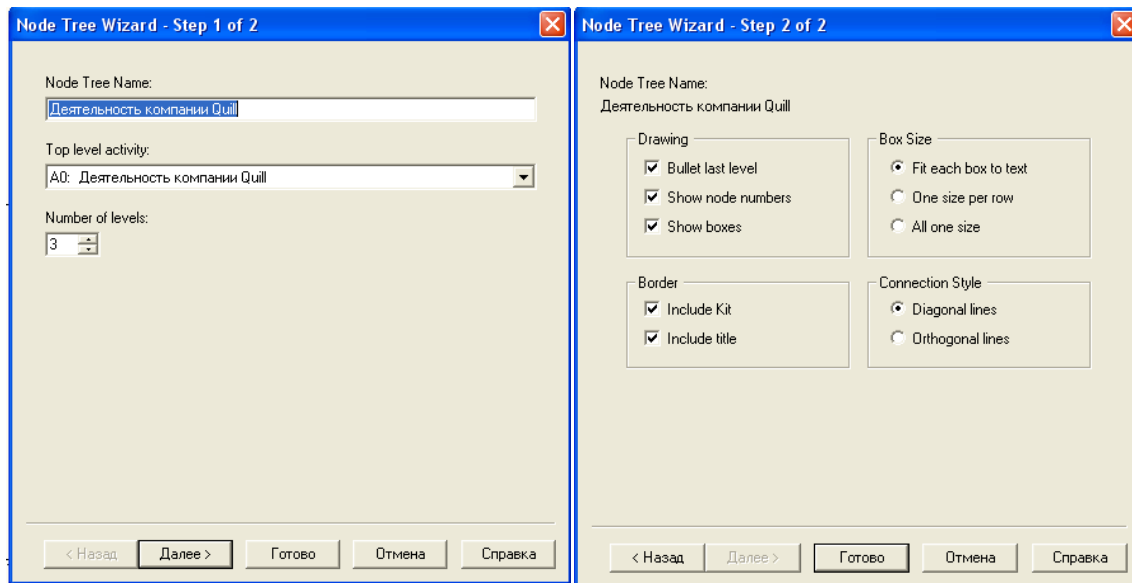


Рисунок 2 – Декомпозиция процесса «Сборка и тестирование компьютеров»
Туннелируем и свяжем на верхнем уровне граничные стрелки, если это необходимо.

Создание диаграммы узлов

Для создания диаграммы узлов выберем меню Diagram/Add Node Tree. Установим опции диалогового окна Node Tree Wizard, как показано на рисунке 3.



а)

б)

Рисунок 3 – Построение диаграммы узлов: а) – шаг 1, б) – шаг 2
Щелкнем по кнопке ОК. Создается диаграмма дерева узлов (рисунок 4).

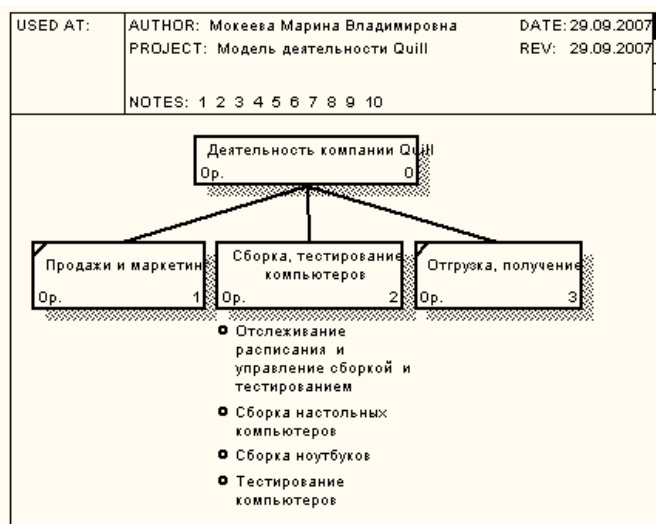


Рисунок 4 – Диаграмма узлов «Деятельность компании Quill» (вид 1)

Для того чтобы создать диаграмму дерева узлов, подобную рисунку 5, мы выберем меню Diagram/Add Node Tree, в диалоговом окне Node Tree Wizard отключим опцию Bullet Last Level.

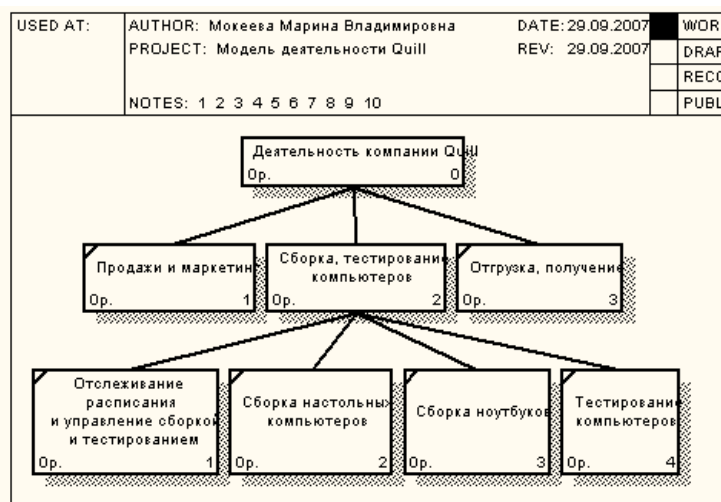


Рисунок 5 – Диаграмма узлов «Деятельность компании Quill» (вид 2)

Создание FEO-диаграммы

При обсуждении бизнес-процессов у нас возникла необходимость детально рассмотреть взаимодействие работы «Сборка и тестирование компьютеров» с другими работами. Чтобы не модифицировать диаграмму декомпозиции, создаем FEO-диаграмму, на которой будут только стрелки работы «Сборка и тестирование компьютеров» (рисунок 6):

1. Выберем Diagram / Add FEO Diagram. и внесем имя диаграммы FEO.
2. Для определения диаграммы перейдем в Diagram / Diagram Properties и в закладке Diagram Text внесем определение. Удалим лишние стрелки на диаграмме FEO.
3. Для перехода между стандартной диаграммой, деревом узлов и FEO мы используем кнопку на палитре инструментов.

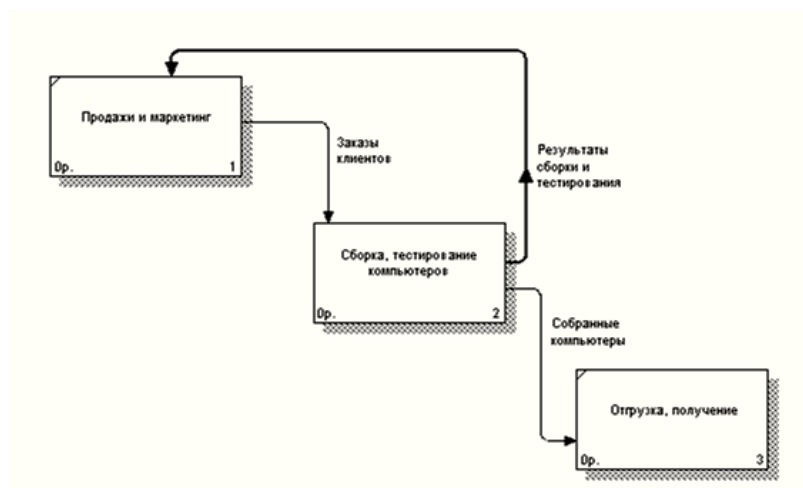


Рисунок 6 – FEO-диаграмма «Сборка и тестирование компьютеров»

© Фархутдинов Д.Ф., Федоров Э.А., Батршина Г.С., 2016

УДК 972:519.24

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

¹Федоров Э.А., ¹Батршина Г.С., ¹Батршина А.И.

¹Башкирский государственный университет, г. Уфа

²Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа

На заседаниях 42-го семинара Моделирования и Оптимизации Композитов (МОК) были рассмотрены следующие вопросы:

экспериментально-статистические модели в компьютерном материаловедении;

модели реологии, структурообразования и деструкции;

долговечность, надежность, риск;

оптимизация материалов и конструкций;

оптимальный эксперимент и современная измерительная техника.

Бессменный председатель оргкомитета и Научного совета по компьютерному моделированию Международной инженерной академии и руководитель семинара В.А. Вознесенский сделал краткий обзор новых достижений в области строительного материаловедения, проведенных в мире научных конференций, изданных различных странах книг, учебников и монографий по моделированию и оптимизации.

В свою очередь, заведующий кафедрой кибернетики химико-технологических процессов Национального технического университета Украины доктор технических наук Г.А. Статюха сделал доклад “Продуктовая инженерия, проблемы моделирования” который представлял широкое обобщения в области методологии, перспектив и практической реализации результатов компьютерного моделирования и сопровождался показом примеров применения новейших методик и технологий при внедрении в Франции, США, Германии, Нидерландах, Финляндии и других стран. В ходе

беседы докладчику было задано множество вопросов, что свидетельствует о повышенном интересе к рассматриваемой теме.

Таким же образом, кандидат технических наук из ОГАСА Е.С. Шинкевич представил свой доклад на тему «Моделирование и оптимизация структуры и свойств модифицированных силикатных композиционных материалов». Автором исследований, на основании многолетнего опыта, были сформулированы основные критерии оптимизации свойств силикатных бетонов широкого спектра применения по двенадцати параметрам, что позволило классифицировать эти материалы и наметить реальные пути повышения их эксплуатационных. Доклад сопровождался большим набором иллюстративных документов, графиков и результатов физико-химических методов исследований и практических примеров применения и тем самым заслужил положительную оценку коллег.

Старший научный сотрудник Московского университета путей сообщения кандидат технических наук В.И. Кондращенко представил новый подход к оптимизации технологических параметров получения подрельсовых оснований. Научным коллективом университета предложен ряд оригинальных технических и технологических решений по совершенствованию принципов устройства оснований и формированию структуры материалов с требуемыми эксплуатационными свойствами.

Лаконично, интересно и содержательно выступил кандидат технических наук и доцент ОГАСА С.В. Коваль. Его доклад и исследования были направлены на поиски рецептурно-технологических решений в технологии модифицированных бетонов. Коллегам с давних времен известен нестандартный подход С.В. Ковалю к исследуемой проблеме, а полученные и доложенные на ежегодном семинаре результаты свидетельствуют о высоком уровне постановки и выполнения научной задачи.

Заинтересованность и огромный интерес аудитории вызвал доклад студентки 4 курса Ю.Л. Цыбули (Киев) на тему “Высокотемпературные фильтровальные и композиционные материалы на основе непрерывных волокон из базальтовых горных пород”. В её работе на основе компьютерных технологий были решены не только рецептурно-технологические параметры получения фильтровальных материалов широкого спектра применения, но и представлена дальнейшая прогнозная схема функционирования описанных композитов в различных эксплуатационных условиях.

Одесские семинары традиционно отличают высокий научный и практический уровень докладов и сообщений. Особое внимание специалистов вызвали работы А.Н. Геречи из Одессы “Процессы самоорганизации в многоуровневой стохастической системе”, Р.Я. Ливши из Львова «Пробелмы управления усадкой цементно-песчаных растворов и бетонов», В.Ф.Хританкова и А.С.Денисова из Новосибирска «Оптимизация производства легких бетонов на основе местного сырья и отходов», В.В. Бачинского из Одессы «Моделирование капиллярно-пористой структуры декоративно-защитного покрытия», В.Н. Волчука из Днепропетровска «Мультифрактальность

микроструктуры материала и его физико-механические свойства» и др. Заслужили положительную оценку работы, представленные научными школами самых различных городов и стран. В конференции участвовали докладчики Вильнюса (Литва), Ольштына и Люблина (Польша), Сан-Франциско (США), Галатси (Румыния), Харькова, Макеевки (Украина), Ташкента (Узбекистан), Москвы и Новосибирска.

За время двухдневной работы научного семинара было заслушано и обсуждено более тридцати докладов и сообщений. Были отмечены научные школы и коллективы, наиболее успешно занимающиеся решением проблемы моделирования и оптимизации в материаловедении. 42-ой семинар МОК явился хорошим институтом повышения квалификации для научных сотрудников и преподавателей ВУЗов. В ходе дискуссий на заседаниях были выработаны рекомендации по дальнейшему расширению исследований в области компьютерного материаловедения и определены приоритетные и новые направления в этой тематике, а также определена дата проведения следующего 43-го научного семинара Моделирования и Оптимизации Композитов (МОК).

Список литературы:

1. Вознесенский В.А., Ляшенко Т.В., Коваль С.В. и др. Современные методы оптимизации композиционных материалов. Киев: Будивельник, 1983. 144 с.
2. Коваль С.В. Повышение эффективности использования добавок в технологии бетона на основе моделирования и компьютерного поиска оптимальных рецептур // Строительные материалы и изделия. 2003. С 26-28.
3. Коваль С.В., Савченко С.В. Версия компьютерной системы выбора добавок для изготовления модифицированного бетона // Моделирование и оптимизация в материаловедении. Одесса: Астропринт. 2003. С. 60

© Федоров Э.А., Батршина Г.С., Батршина А.И., 2016

УДК 658.512

АВТОМАТИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В EXCEL

¹Федоров Э.А., ¹Батршина Г.С., ²Батршина А.И.

¹Башкирский государственный университет, г. Уфа

²Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа

Производственная деятельность невозможна без моделирования технологических процессов в своей деятельности. А раз есть технологический процесс, то существует и необходимость его грамотного составления. Довольно часто для этого применяют MS Excel, в котором создаются различные учетные таблицы. Не всегда эти таблицы удачно созданы и, как следствие, не всегда удобны в применении. Автоматизация и моделирование технологического процесса в программе Excel необходимо для определения эффективности

использования предприятием ресурсов, в частности потраченных денежных средств.

На рассматриваемом нами виртуальном предприятии АО "Керамикс" необходимо составить отчет по эффективному использованию данным предприятием ресурсов, в зависимости от особенностей технологического процесса. При подробном рассмотрении технологической схемы использования данных видов ресурсов, можно выделить ряд повторяющихся этапов, однако существуют и принципиальные различия.

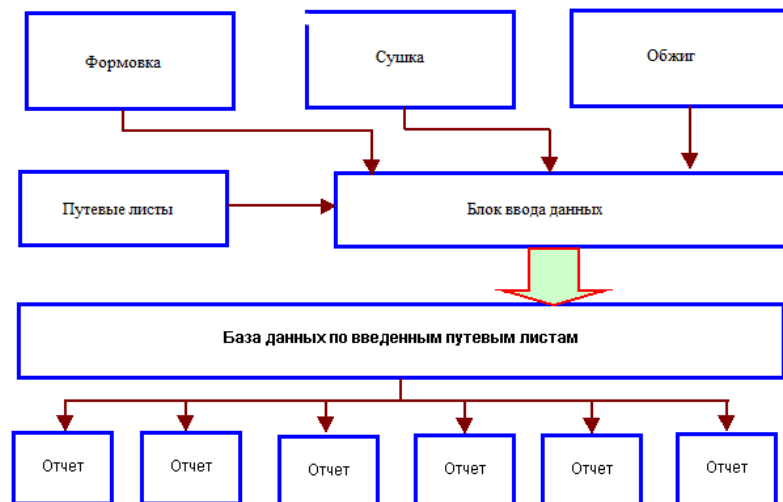


Рис.1. Схема потоков информации при вводе и обработке данных, и создании различных отчетов по этим данным

На рис.1. приведена схема потоков информации для создания приложения, которая необходима для организации его функционирования при вводе данных по путевым листам и последующем создании различных отчетов по введенным данным [1].

Вид рабочего листа Ввод Данных

При разработке приложения задаются условия для ввода данных по путевому листу автомобиля в рабочий лист. Ввод Данных будет производиться сверху вниз. Линейный расход топлива определяется умножением вычисленного расстояния пробега автомобиля, как разности между показаниями спидометра «между возвращением и выездом из гаража на введенную в лист» по базовой линейной норме расхода топлива на 100 км.

Дополнительный расход топлива (ДРТ) учитывается в расчетах только при активизации элемента управления *Флажок*, который позволит вводить в расчеты условия, дополнительно введенные в лист Ввод Данных (например, количество часов работы отопителя для обогрева в холодное время года). Дополнительный расход топлива, зависящий от линейного пробега, учитывается в расчетах в зависимости от уровня этих коэффициентов. Если коэффициент одноуровневый, то тогда достаточно будет создания только одного элемента управления *Флажок*, который активизирует этот параметр.

Если же по одной и той же категории коэффициентов дополнительного расхода топлива несколько, то элементы управления объединяются в группу.

Тогда для введения в расчеты одного из коэффициентов этого параметра, активизируется элемент управления *Флажок*, который занимает первый уровень иерархии. А активизация элемента управления *Флажок* позволяет ввести в расчеты выбранный размер коэффициента дополнительного расхода топлива, активизацией одного из элементов управления *Переключатель*, входящих в эту группу. Желательно ввести в лист и контролирующие функции, позволяющие вовремя заметить введенные ошибки.

Рабочий лист Ввод Данных (рис. 2.) будет рассмотрен поблочно в последовательности вводимых данных и выполняемых операций вычисления. [2]

Рис.2. Рабочий лист Ввод Данных

Формирование отчетов вручную

Довольно часто имея табличную базу данных, формирование отчетов происходит в полуручном режиме. Из этих табличных баз данных выделяются отдельные фрагменты (столбцы, строки), копируются, вставляются в другие таблицы. А из этих вновь созданных массивов информации и формируются отчеты. Операции, как правило, однотипные и повторяющиеся, но каждый месяц выполняются заново.

Поэтому если приходится создавать самостоятельно табличные базы данных и на основании их в дальнейшем формировать отчеты, то необходимо потратить некоторое незначительное время на автоматизацию этого процесса.

Автоматизированная форма подготовки отчета

Прежде чем непосредственно приступить к процессу автоматизации, необходимо определить какие основные критерии задают формирование отчета. Затем при необходимости ввод формул. И самый последний этап - последовательность выполнения действий по формированию отчета.

Исходя из поставленной задачи основным критерием для создания отчета - заданный временной интервал, за который формируется отчет. Даты указывающие интервал выезда и возвращения в гараж будут вводиться в ячейки B2 и C2.

Формулы подготовки отчета

В ячейку A7 введена формула, которая сравнивает:

1. дату, введенную в ячейку С2 и дату возвращения в гараж первой строчки созданной табличной базы данных (ячейка С2 листа БазаДанных);

2. если дата в ячейке С2 более даты на листе БазаДанных, то тогда функция ЕСЛИ возвращает значение 0;

3. если дата в ячейке С2 менее или равна дате на листе БазаДанных, то тогда вторая функция ЕСЛИ сравнивает дату в ячейке В2 с датой в ячейке В2 на листе БазаДанных;

4. если начальная дата формирования отчета равна или более даты на листе БазаДанных, то тогда формула возвращает значение содержащееся в ячейке А2 листа БазаДанных или в противном случае возвращается значение 0.

Учет расхода топлива необходим для определения эффективности использования предприятием ресурсов, в частности денежных средств потраченных на топливо. А для определения этой эффективности требуется потратить определенные ресурсы на учет их использования, которые являются производными от количества обрабатываемых путевых листов. Задача созданного приложения увеличить эффективность работы специалиста по этому учету и снизить в целом издержки предприятия. Далее к автоматизации процесса был совершен подход совсем с другой стороны[3]. Как и прежде используются табличные базы данных для получения из них необходимой информации, но теперь уже не одна база данных, как ранее, а несколько. Причем пользователь сам выбирает в автоматизированном режиме, какая ему информация нужна непосредственно.

Следовательно, основное направление - создание приложений, используя для выбора данных элементы управления. А вычисления производятся по заданному алгоритму, используя выбранную пользователем для расчетов информацию. Введенные формулы контроля за вводимой информацией помогут избежать механических ошибок.

Следующий основной вывод из материала - автоматизация подготовки самых различных отчетов в детализации определяемом пользователем, но требующемуся руководителю. И здесь немаловажная деталь - большинство отчетов относятся тоже к спискам. Поэтому отчет можно представить как список с позиции Excel, сформированный по заданным пользователем правилам.

Моделирование технологического процесса необходимо для определения эффективности использования предприятием ресурсов, в частности потраченных денежных средств. Для определения эффективности требуется потратить определенные ресурсы на учет их использования, которые являются производными от количества обрабатываемых путевых листов. Задача созданного приложения - увеличить эффективность работы предприятия и снизить в целом издержки

Список литературы:

1. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. М.: Химия, 1982. 288 с.

2. Кафаров В.В. Математическое моделирование основных аппаратов химических производств: Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1991. 400 с.

3. Барабанов Н.Н. Математическое моделирование технологических процессов. Учебное пособие. Владимир, 1987. 96 с.

© Федоров Э.А., Батршина Г.С., Батршина А.И., 2016

УДК: 544.165

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТАГОНИСТОВ СУБЪЕДИНИЦЫ $\alpha_4\beta_2$ НИКОТИНОВОГО АЦЕТИЛХОЛИНОВОГО РЕЦЕПТОРА В РЯДУ НЕКОТОРЫХ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Хайруллина В.Р.¹, Асфина Д.Р.¹, Герчиков А.Я.¹, Васильев М.Н.¹,
Зарудий Ф.С.²

¹Башкирский государственный университет, г. Уфа

²Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа

Целью настоящей работы было изучение количественной взаимосвязи «структура-активность» в ряду 31 производного бис-никотина, бис-пиридина, бис-пиколина, бис-хинолина и бис-изохинолина, являющихся эффективными антагонистами субъединицы $\alpha_4\beta_2$ никотинового ацетилхолинового рецептора (нАХР) крыс. Построение QSAR-моделей прогноза численных значений параметра K_i для селективных антагонистов $\alpha_4\beta_2$ нАХР проводили с использованием программы GUSAR 2013. Антагонистическая активность моделируемых соединений находилась в диапазоне значений K_i 1,4-100000,0 нмоль/л. С использованием программы GUSAR 2013 на основе MNA- и QNA-дескрипторов, а также их сочетания, построено шесть статистически значимых консенсус моделей QSAR, характеризующихся высокой точностью прогноза K_i для структур обучающих и тестовой выборок. В результате структурного анализа производных бис-никотина, бис-пиридина, бис-пиколина, бис-хинолина и бис-изохинолина, участвующих в построении моделей QSAR, выявлены структурные признаки, как снижающие, так и повышающие эффективность антагонистов субъединицы $\alpha_4\beta_2$ нАХР. Эта информация может быть учтена при молекулярном дизайне новых антагонистов данного рецептора. Среди производных бис-никотина наиболее мощными антагонистами $\alpha_4\beta_2$ являлись производные бис-никотина, содержащих от 10 до 11 атомов углерода в алифатическом линкере. Простые аналоги бис-пиридина по эффективности связывания с нАХР в 10 раз уступали производным бис-никотина. Увеличение длины алифатического линкера у представителей данного класса соединений от 5 до 12 метиленовых групп приводило к увеличению их активности на порядок. Производные бис-хинолина обладали низкой эффективностью связывания с субъединицей $\alpha_4\beta_2$ нАХР. Следует отметить, что результаты структурного анализа антагонистов субъединицы

□₄□₂ нАХР, сделанные нами с использованием программы GUSAR 2013, не противоречат результатам, основанным на экспериментальных данных.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России (проект №4. 299. 2014 / К) и РФФИ (грант 14-04-97035).

© Хайруллина В.Р., Асфина Д.Р., Герчиков А.Я., Васильев М.Н.,
Зарудий Ф.С., 2016

УДК 544.165

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АГОНИСТОВ СУБЪЕДИНИЦЫ $\alpha_9\beta_{10}$ НИКОТИНОВОГО АЦЕТИЛХОЛИНОВОГО РЕЦЕПТОРА В РЯДУ НЕКОТОРЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 2-(АРИЛОКСИМЕТИЛ) АЗЕТИДИНА И ПИРРОЛИДИНА

Хайруллина В.Р., Абдуллина Д.Р., Герчиков А.Я., Зарудий Ф.С.

Башкирский государственный университет, г. Уфа,

Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа,

Цель настоящей работы заключалась в построении и валидации QSAR-моделей прогноза численных значений параметра K_i для селективных агонистов субъединицы $\alpha_9\alpha_{10}$ никотинового ацетилхолинового рецептора (нАХР) крыс. В качестве моделируемых соединений выбраны 44 производных 2-(арилоксиметил) азетидина и пирролидина, агонистическая активность которых находилась в диапазоне значений K_i 3,1-6889,0 нмоль/л. QSAR-моделирование выполнено с использованием программы GUSAR 2013. С помощью программы на основе MNA- и QNA-дескрипторов, а также их сочетания, построено девять статистически значимых консенсус-моделей QSAR, характеризующихся высокой точностью прогноза K_i для структур обучающих и тестовой выборок. Выявлены структурные признаки, как снижающие, так и повышающие эффективность агонистов субъединицы $\alpha_9\alpha_{10}$ нАХР. Эта информация может быть учтена при молекулярном дизайне новых модуляторов данного рецептора. Установлено, что влияние природы атомов на эффективность действия производных 2-(арилоксиметил) азетидина и пирролидина в отношении $\alpha_9\beta_{10}$ нАХР неоднозначно и зачастую зависит от их положения в бензольном фрагменте. Кроме того, при анализе вклада атомов в активность необходимо учитывать, в какую функциональную группу они входят. В целом, функциональные группы в орто- и пара-положении бензольного фрагмента независимо от их природы вносят отрицательный вклад в моделируемую активность, в то время как электроноакцепторные группы в мета-положении способствуют повышению целевого свойства. Выводы о влиянии структурных фрагментов на активность агонистов субъединицы $\alpha_9\alpha_{10}$ нАХР, сделанные нами на основе структурного анализа моделируемых соединений с использованием программы GUSAR 2013, не противоречат результатам, основанным на экспериментальных данных.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России (проект №4. 299. 2014 / К) и РФФИ (грант 14-04-97035).

© Хайруллина В.Р., Абдуллина Д.Р., Герчиков А.Я., Ф.С. Зарудий, 2016

УДК 622.276

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ В НЕОДНОРОДНЫХ СРЕДАХ В ПРИБЛИЖЕНИИ ТЕОРИИ СЛУЧАЙНЫХ ПОЛЕЙ

Хакимов Р.М., Ямалетдинова К.Ш., Гоц С.С.

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», г. Уфа

Неоднородность пористой среды оказывает существенное влияние на фильтрационные процессы в продуктивных пластах. В настоящее время в нефтяных технологиях для описания пространственных неоднородностей (структуры горных пород) используются достаточно простые модели пористых сред. Такой уровень рассмотрения был целесообразен на начальных стадиях исследования в данной области. Развитие численных методов решения задач фильтрации позволило существенно увеличить возможности изучения течений в неоднородных средах [1].

При исследовании фильтрации в неоднородных средах используется статистический подход, когда неоднородности пористых сред и фильтрационных процессов рассматривают с позиции случайных полей. Среди характеристик **случайных полей** наиболее часто используемыми являются пространственно-корреляционные характеристики, пространственные двумерные спектральные характеристики и ряд количественных показателей, например численные характеристики, определяющие периодичность, и хаотические составляющие структуры пористых сред.

В ходе выполнения исследований было проведено статистическое моделирование ожидаемого рельефа поверхности керна на разных этапах просачивания нефти. На цифровом фотоаппарате с высоким разрешением были получены снимки поверхности керна, сделанные на начальном этапе просачивания нефти. Полученные снимки поверхности керна были обработаны с помощью программы 3D_Image, позволяющей строить и обрабатывать трехмерные изображения. Трехмерное изображение получается путем преобразования координаты по x , y и информации о коэффициенте отражения данного пикселя двумерного изображения в три координаты полигона [2].

В результате построены и в дальнейшем проанализированы пространственные корреляционные функции расположения точек проявления нефти. Данные проявления нефти можно определить как случайные поля. В работе исследуется стандартный набор статистических характеристик случайных полей: среднее значение яркостного профиля, коэффициент симметрии, одномерные функции распределения, дисперсия, спектральные характеристики, стандартное отклонение, коэффициент эксцесса.

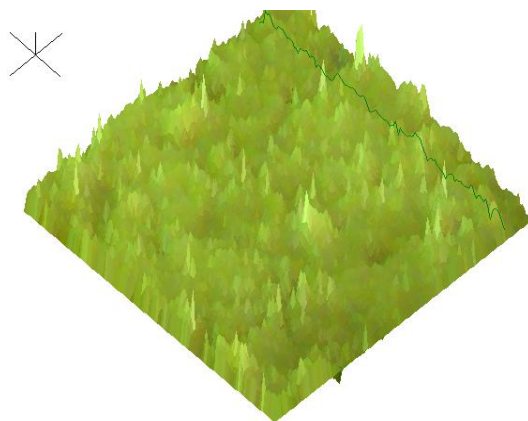


Рисунок 1 — Расчетное трехмерное изображение рельефа керна на начальном этапе просачивания нефти

Случайные поля и характеризующие их пространственные корреляционные функции используют при вероятностном описании проницаемости и других параметров различных сред с пространственно неоднородной структурой. Если пространственная автокорреляционная функция монотонно уменьшается с увеличением своего аргумента, то мы имеем дело с хаотической структурой поверхности по исследуемому параметру.

По автокорреляционной функции на рисунке 2 можно сделать вывод о наличии как хаотических, так и регулярных пространственных корреляций ближнего пространственного порядка.

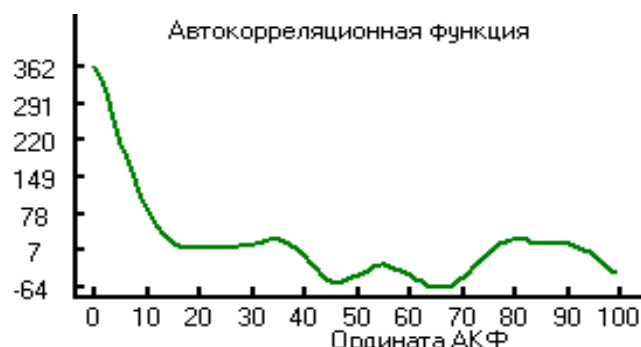


Рисунок 2 — Расчетные пространственные корреляционные функции яркостных профилей керна, характеризующих рельеф просачивания нефти на начальном этапе

Через кратный промежуток времени просачивания нефти также получили снимки поверхности керна и обработали с помощью программы 3D_Image. Пространственные корреляционные функции случайных полей представлены на рисунке 3.

Результаты исследований позволили заключить, что рельеф керна, полученный на второй стадии просачивания нефти, обладает четко выраженной пространственной корреляцией ближнего порядка. Можно отметить заметное уменьшение регулярной составляющей пространственных корреляций неоднородностей рельефа керна по его яркостному профилю.

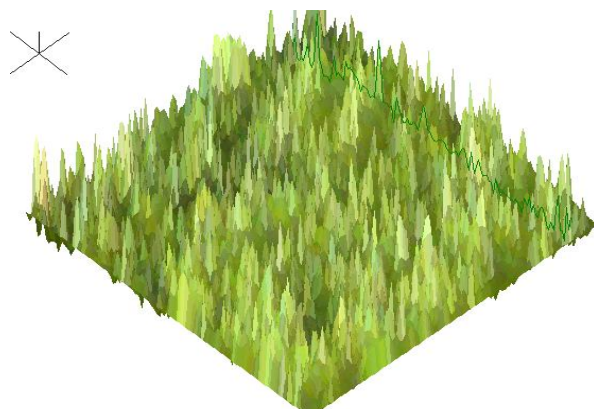


Рисунок 3 — Расчетное трехмерное изображение рельефа керна на второй стадии просачивания нефти

По автокорреляционной функции (рисунок 4) можно сделать вывод о наличии как хаотических, так и регулярных пространственных корреляций ближнего пространственного порядка.

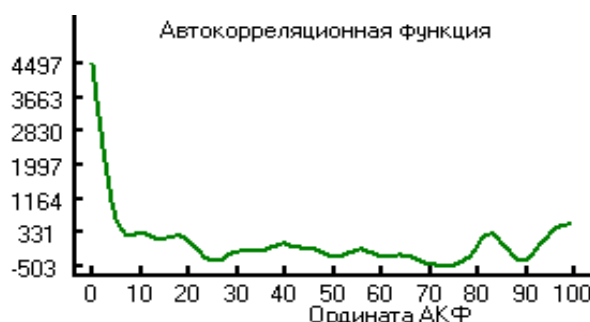


Рисунок 4 — Расчетные пространственные корреляционные функции яркостных профилей керна, полученные на второй стадии просачивания нефти

В результате проведенного исследования оптимизирована статистическая модель рельефа поверхности керна пористой среды в приближении теории случайных полей для численных расчетов. При статистическом моделировании процесса фильтрации через кернаый материал модель описывается с помощью трёхцветных кодов. Случайное поле описывается с помощью яркостного профиля, что позволяет получить возможность численно представлять все характеристики изучаемых статистических моделей.

Список литературы:

1. Исследование диффузии компонентов жидкой фазы в газовую и обратно при смешивающемся вытеснении нефти. Хиразов Э.Р., Ямалетдинова К.Ш., Гоц С.С., Хакимов Р.М., Саяхов В.В. Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2008. № 4. С. 18-25.
2. Усовершенствование оптических методов экспериментального исследования смешивающегося вытеснения водонефтяных эмульсий в модели единичной поры пласта. Ямалетдинова К.Ш., Гоц С.С., Пыхов Д.С.,

УДК 544.723

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ГРАФЕНА ИЗОЦИАНУРОВОЙ КИСЛОТОЙ. МОЛЕКУЛЯРНО ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Шаяхметова Р. Х., Хамитов Э. М.

shayakhmetovarh@gmail.com

Изоциануровая кислота (СА) в кристаллической фазе представляет собой супрамолекулярный ассоциат сеточного типа, образованный за счет межмолекулярных водородных связей [1]. В настоящей работе, методом молекулярной динамики проведено моделирование самосборки СА на поверхности графена. Полученная модель (рис. 1) соответствует 2D молекулярной структуре, полученной посредством сканирующей туннельной микроскопии (рис. 2).

Молекулярно-динамическое моделирование проводили с помощью программного пакета Gromacs с использованием силового поля GROMOS96 54a7 [2]. Топологии для всех структур генерировали с помощью онлайн сервиса АТВ. В качестве подложки применяли графен размером 6x12 нм, над ним помещали бокс размером 11x5x2 нм, заполненный исследуемыми молекулами. Для данной системы провели процедуры минимизации энергии, NVT и NPT эквilibрации при 600К. Уравновешенную систему подвергли заморозке до 230 К на время 20 нс. Финальную структуру также оптимизировали посредством процедуры минимизации энергии, NVT и NPT эквilibрации и NPT симуляции на период времени 20 нс при температуре 300 К и давлении 1 атм.

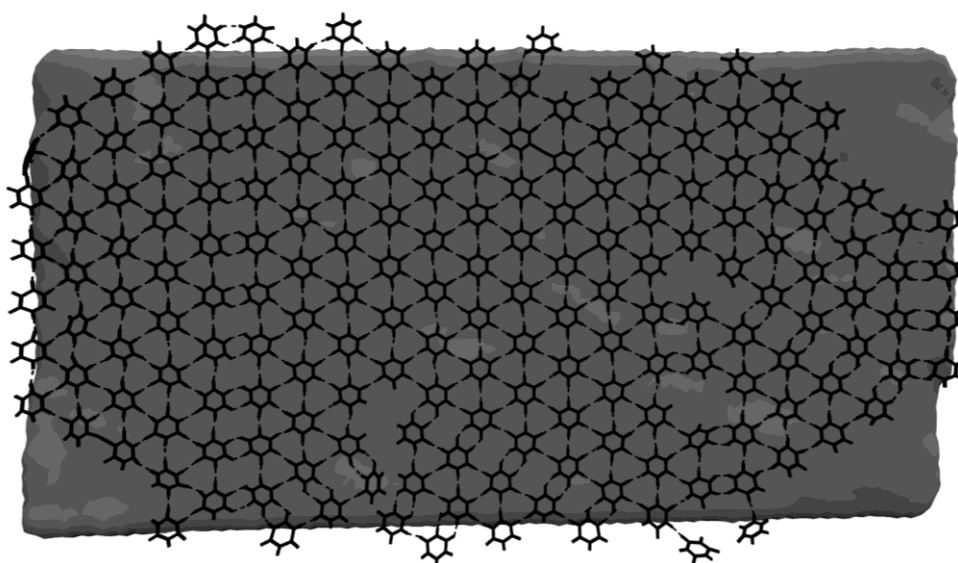


Рис. 1. Слой молекул СА на поверхности графена. Структура, полученная после «заморозки» системы.

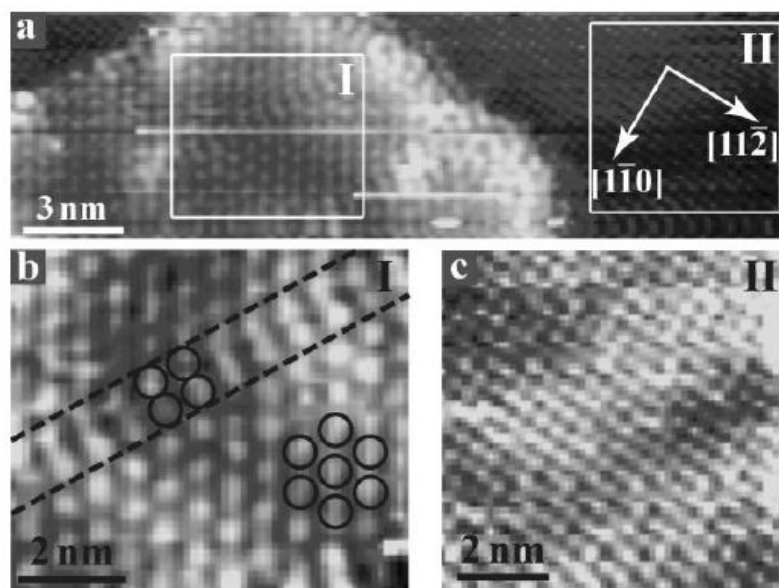


Рис. 2. Молекулы СА на поверхности NaCl/Au(111). Данные сканирующей туннельной микроскопии [3].

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта №4.299.2014/К, исполняемого в рамках проектной части государственного задания Минобрнауки РФ в сфере научной деятельности, и гранта РФФИ 14-04-97035.

Список литературы:

1. Гимадиева А.Р., Чернышенко Ю.Н., Абдрахманов И.Б., Мустафин А.Г. Синтез, модификации и биологическая активность урацилов. Уфа: Гилем, 2013. С. 176.
2. Schmid, N., A. P. Eichenberger, et al. (2011). "Definition and testing of the GROMOS force-field versions 54A7 and 54B7." *Eur Biophys J* 40(7): 843-856.
3. Bombis, C., N. Kalashnyk, et al. Hydrogen-bonded molecular networks of melamine and cyanuric acid on thin films of NaCl on Au(111). // *Small*. 2009. 5(19): 2177-2182.

© Шаяхметова Р. Х., Хамитов Э. М., 2016

УДК 544.08

МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ И МЕХАНИЗМА ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ АНИЛИНА

Шишкина А.Н.

Башкирский Государственный Университет, г. Уфа

Полианилин (ПАНИ) – один из представителей класса электропроводящих полимеров, датой открытия которых считается 1997 г. Исследования ПАНИ и других органических высокомолекулярных соединений, таких как полиацетилен, политиофен, полипиррол, показало, что они обладают свойствами полупроводников. В 2000 году за их открытие и исследование была присуждена Нобелевская премия по химии [1].

ПАНИ может находиться в трех окисленных формах: эмеральдиновая, пернигралиновая и лейкоэмеральдиновая. В зависимости от окислительного состояния и степени протонирования полианилина могут изменяться электропроводность, магнитные и оптические свойства [2]. Благодаря своим уникальным свойствам ПАНИ уже имеет огромный спектр применений, но, несмотря на многочисленные исследования этого полимера, до сих пор нет единой точки зрения на механизм его получения. В связи с этим, масштабное применение этого полимера в производстве затрудняется.

В данной работе изучены механизмы окислительной полимеризации анилина, которые были опубликованы за последние несколько десятилетий. Решением прямой и обратной кинетической задачи, был выбран механизм, который наилучшим образом согласуются с экспериментальными данными [3].

Список литературы:

1. MacDiarmid, A.G. A novel role for organic polymers (Nobel lecture) / A.G. MacDiarmid // *Angew. Chem. Int. Edit.* – 2001. – V. 40 – P. 2581 – 2590.
2. Bhadra, S. Progress in preparation, processing and applications / S. Bhadra, D Khastgir, N K. Singha, J H Lee // *Progress in Polymer Science.* – 2009. – V. 34. – P. 783-810.
3. Р.Б. Салихов, Ю.Н. Биглова, Ю.М. Юмагузин, Т.Р. Салихов, М.С. Мифтахов, А.Г. Мустафин Фотопреобразователи солнечной энергии на основе тонких пленок органических материалов, *Письма в ЖТФ*, 2013, том 39, вып. 19

© Шишкина А.Н., 2016

СЕКЦИЯ V. ТЕХНОЛОГИЯ ЭКСТРУЗИИ КОМПОЗИЦИОННОЙ КЕРАМИКИ

УДК 666.3

THERMOPLASTIC EXTRUSION FOR CERAMIC BODIES ON INORGANIC LIGAMENTS.

Frank Clemens, Viktor Sterzer, Chaidarshin E.A., Shayahmetov A.U.
Glas-keramik, Berlin
Bashkir state University, Ufa

It is proposed the creation of technology of ceramics by extrusion inorganic bonded with thermoplastic extrusion method as described in Frank Clemens presented in [1].

An example of this technique is described by the author in this way. Originally for the extrusion of ceramic bricks and tiles, clay and water were used to endow ceramic particle mixtures with sufficient plastic behavior to permit practical shaping of the ceramic bodies. High-performance ceramics, however, often require the elimination of clay from extrusion formulations because the chemistry of the clay is incompatible with that of the desired ceramic materials. Therefore organic materials are frequently used in ceramic extrusion to provide plastic flow. Not only plastic behavior is important for the extrusion of ceramic bodies. There are many other characteristics that can be tailored by the suitable addition of organics in a ceramic extrusion paste, or feedstock.

In principle three different organic systems can be used for extrusion of ceramic materials, namely solvent-based systems, thermoplastic systems, and thermosetting systems. Some of the advantages and disadvantages of these three classes are summarized in Table 1. The solvent-based binder systems contain polymers which solvate or swell in a solvent (e.g. water, alcohol). Typical polymers used in extrusion are PEG, PVA, agar agar and cellulose. Thermoplastic materials are polymers which, when heated, soften, melt or become more pliable, and harden during cooling in a reversible physical process. Materials in this class which are used quite often for ceramic processing are PE, PP, EVA, POM and PMMA. Thermosetting materials are polymers that can be melted only once and which, after melting, harden as more heat is added. Thermoset plastics, which are used in the ceramics industry, include phenolic resins and different silicon resins like polysiloxane.

One of the main advantages of thermoplastic systems for ceramic extrusion is the lower abrasivity of the feedstock material relative to other binder systems. The lower abrasivity of a extrusion feedstock prepared with a thermoplastic binder system compared to one with a solvent-based binder for a given ceramic powder, in this case Al_2O_3 .

Table 1. Classes of organic binder systems for ceramic extrusion

	Advantage	Disadvantage
Solvent-based system	Short time for debinding process Easy	Warping during drying

Thermoplastic system	Elongation in warm state possible Good green strength Low abrasivity	Warping during debinding Time-consuming debinding
Thermosetting system	Good green strength Contour accuracy	Time-consuming debinding process

In this study a feedstock with 58 vol.% coarse Al_2O_3 powder was extruded through a steel die. Looking at the surfaces of the tubes, discoloration of the material stemming from abrasion of the die can be clearly seen in both samples. However, the darker discoloration of the sample extruded with the solvent-based binder system indicates higher tool abrasion by this feedstock compared to the feedstock prepared with thermoplastic binder.

Another advantage of thermoplastic binder systems over solvent-based ones is the contour accuracy of the extruded material. Extrusion pressures can be as high as 700 or 800 bar, and at such high pressures phase separation in feed stocks with solvent-based binder systems can occur. Even for higher pressures such phase separation effects are generally not observed when thermoplastic binder systems are used [2].

We, the technology used in extrusion property acidic polyvalent metals and their compositions - after drying in the temperature range 20-200 °C to stone-like or powdery state, with subsequent heating in this temperature under load integrals exhibit plastic flow.

The value of the work lies in the fact that it is substantially complementary views on the mechanism of hardening compositions and makes it possible to completely change the technology of ceramic, metal-ceramic, refractory, building materials, using for this purpose the technology of organic plastics (injection molding, hot pressing dry mixtures).

Literature:

1. Extrusion in ceramics / Ed. F. Händle. Berlin: Springer, 2009.
2. Тананаев И.В., Копейкин В.А., Красный Б.Л.. Пластическое течение порошкообразных кислых фосфатов поливалентных металлов при нагревании под нагрузкой. Неорганические материалы, 1985, т.21, №11. с. 1928-1930.

© Frank Clemens, Viktor Sterzer, Chaidarshin E.A., Shayahmetov A.U., 2016

УДК 666.3

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ КОЛЕЦ

Аминев А.О., Шаяхметов.У.Ш., Хамидуллин.А.Р., Кагирова З.Ф.

*Башкирский государственный университет, г. Уфа
aydar.aminev.96@mail.ru*

Керамические изделия имеют широкое применение в различных областях производства и переработки, где применяются высокотемпературные тепловые установки. Немаловажные функциональные узлы как термостойкие прочные

держатели, подложки, муфели обычно представляют собой трубчатые изделия и цилиндры.

Основными преимуществами керамических изделий являются более высокая термостойкость, тугоплавкость, кислотостойкость, прочность на сжатие, лучшие теплоизоляционные свойства, меньшая объемная масса по сравнению с металлами и их сплавами.

В зависимости от необходимых функциональных свойств будущих керамических изделий подбирается состав. Обычно, согласно работе [1], составляющими при изготовлении керамических изделий могут быть глинистые вещества (глина, каолин), отошающие материалы (кварц, кварцевый песок), плавни и др.

Нами был подобран состав для изготовления керамического легковесного изделия в виде «кольца», который должен обладать большой теплопроводностью, поскольку оно будет использовано в качестве защитного покрытия нагревательного элемента тепловой установки. Подобранный состав содержит около 35 % шамота, 25 % глины (каолина и др.) и корунд (<1 мкм) – 40 %. В качестве связующего компонента присутствуют неорганические добавки.

Смесь из компонентов подобранного состава был тщательно перемешан в сухом виде и увлажнен. Также важным этапом до процесса формования является выдержка смеси при комнатной температуре. В данном случае нами был выбран процесс формирования посредством забивания массы в сборную пресс-форму с помощью гидравлического пресса. Используемое расчетное усилие при прессовании изделия составлял 250 кН, что соответствует давлению 366 кг/см^2 или 36,6 МПа.

Следующим этапом является термообработка изделий, состоящая из сушки и обжига. Сушка керамических изделий в виде «колец» производится медленно со скоростью $1\text{--}2 \text{ }^\circ\text{C/мин}$ с доведением до $120 \text{ }^\circ\text{C}$, поскольку при быстрой сушке возможны образование трещин или деформация полуфабрикатов, поэтому время сушки проводится 1-2 дня. После сушки изделия отправляются на обжиг, проводимый при нагреве до $750 \text{ }^\circ\text{C}$ со скоростью нагрева до $10 \text{ }^\circ\text{C/мин}$.

Список литературы:

1. В.С.Бакунов, А.В.Беляков, Е.С.Лукин, У.Ш.Шаяхметов Оксидная керамика. Спекание и ползучесть. Учебное пособие по курсу «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» / Министерство образования и науки РФ. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2007.–584 с.

© Аминев А.О., Шаяхметов.У.Ш., Хамидуллин.А.Р., Кагирова З.Ф., 2016

КЕРАМИЧЕСКИЕ ПЛИТКИ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ахметшина Г.Г., Шайбеков Р.Р. Хамидуллин А.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Интересную позицию керамические материалы приобрели в использовании в качестве защитных покрытий. К сожалению, на сегодняшний день нет технологий, которые могли бы нанести керамическую шихту на поверхность в целом и придать ему все эксплуатационные свойства, поэтому керамические защитные покрытия изготавливаются в виде плиток с определенными геометрическими параметрами, отвечающим всем механическим, эстетическим, экологическим и иным нормам и требованиям, предъявляемым к ним. Несмотря на все достоинства, керамические плитки не являются идеальными и нуждаются в усовершенствовании ввиду оптимизации сырьевого состава, физико-химических и механических характеристик, переработки и иных мероприятий, поэтому направления развития в эту область представляют актуальность.

В работе изучены основные технологические переделы производства керамической плитки строительного назначения. Главным механическим свойством керамической плитки является твердость. Твердость, керамической плитки по сравнению с другими видами материалов, является результатом физико-химических процессов, которые происходят в смеси, из которой изготовлена плитка, во время обжига при высокой температуре. Не менее важным является другое свойство – прочность. Керамическая плитка обладает высокой твердостью и механической прочностью, которые позволяют выдерживать высокие нагрузки.

Основным компонентом для изготовления напольной керамической плитки является глина, в составе она присутствует трех сортов. Активными компонентами состава являются трипирофосфат натрия и жидкое стекло, разбавленные в воде. В качестве добавок используются пыль с пресса, с фильтра, отходы водоочистки. Полный рецепт для изготовления напольной керамической плитки приведен в таблице 1. А также в таблице приведены некоторые промежуточные технологические особенности в виде параметров, таких как влажность, плотность, вязкость

Таблица 1

Состав напольной керамической плитки

Компонент	Рецепт	Влажность	Масса расчете 500 г	в на	Параметры суспензии
	%	%	Г		Остаток 4,0-7,0 %
Глина ОРСК	42,25	18,0	211,25		
Глина НУПК	11,83	18,0	59,15		

Глина Талалаевка	35,21	16,0	177,55	Плотность 1,45-1,46 г/см ³
Сушь–FT	5,63		28,15	
Фильтр-пыль	1,69	1,00	8,45	Влажность 49-50 %
Отходы водоочистки	3,38	20,00	16,9	
ТПФ	0,4		2	
Жидкое стекло	3,9		18,5	Вязкость 15-25
Вода-влажность*		52		

*Вода-влажность свыше 100%

Для изготовления настенной керамической плитки основными компонентами являются два сорта глины, каолин Кiemбаевский и песок. В качестве порообразующей добавки используется доломит, который способен повышать эластичность. Также используется пыль с пресса и отходы, получаемые измельчением бракованных изделий. Рецепт для изготовления настенной керамической плитки приведен в таблице 2.

Таблица 2

Состав настенной керамической плитки

Компонент	Рецепт	Масса в расчете на	Параметры суспензии
	%	Г	
Глина НУПК	13,4	67	Остаток 6,5-6,8 %
Глина-ОРСК	15,2	76	
Сушь–WT	4,0	20	Плотность глиняной суспензии 1,42-1,43 г/см ³
Доломит Балаково	12,5	62,5	Плотность шликера 1,64- 1,67 г/см ³
Песок НГОК	32,0	160	Прочность 2,2-2,5 МПа
Каолин Кiemбаевский	16,4	82	Водопоглощение 18%
Бой –WT	6,5	32,5	Усадка 0,5%

Изучение микроструктуры образцов керамических плиток (рис.1) проводилось с помощью оптической микроскопической приставки U500Xк персональному компьютеру.

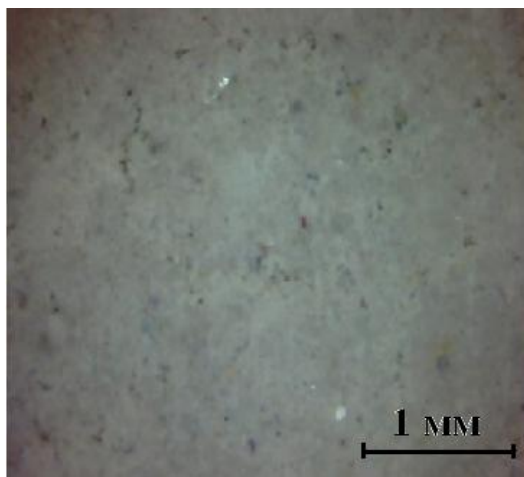


Рис. 1. Микроструктура керамической настенной плитки

Ангоб и глазурь наносились на поверхность образцов керамических плиток способом налива, кисточкой. Разработана технология изготовления керамической настенной и напольной плитки по выбранному в производстве ООО «LasselsbergerCeramics» составу в лабораторных условиях с подробным изучением термических процессов обработки, использованного оборудования и режимов его эксплуатации.

Список литературы:

1. Белоусов Е.Д. Технология производства керамической плитки. Москва: Высшая.школа, 1985.
2. Гехт Г.Р. Керамика, Пер. под ред. Л.Н. Муравьева, Л.-М. Химиздат, 1938.

© Ахметшина Г.Г., Шайбеков Р.Р. Хамидуллин А.Р., 2016

УДК 666.29

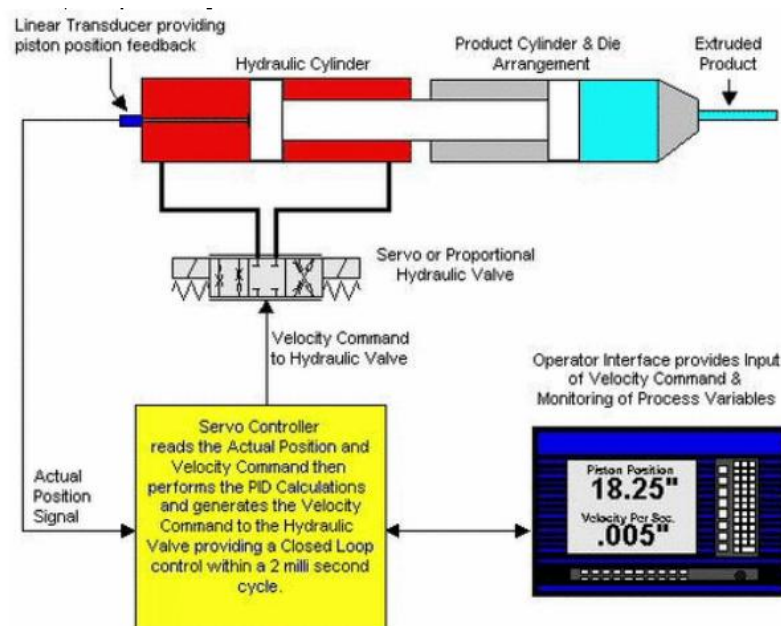
TECHNOLOGICAL SCHEME OF EXTRUSION LOOMIS

Bulgakova V.V., Tretyakova V.S., Urakov A.A., Iltimirov L.S.

Bashkir state University, Ufa

The Loomis Closed Loop Process Control system is an extremely precise method for maintaining extrusion speed, which results in a more uniform density in green parts. This precise control is possible by using the latest motion control and linear positioning technology combined with servo- positioning and velocity control devices.

Linear positioning is accurate to $0.0010''$, and velocity control is accurate to $0.0010''/\text{sec}$.



At the heart of the Loomis closed loop extrusion control system is the closed loop hydraulic module; a multi-axis, closed loop process controller with process times below 2 milliseconds per loop cycle [1].

The Loomis Closed Loop Process controller can make adjustments in milliseconds rather than tenths of seconds (or even seconds) which is often the case with an open or single loop controller. The result is a process that can quickly reach and maintain the velocity set point.

Motion control modules are connected directly to the PLC (programmable logic controller) I/O Bus, allowing commands to be executed almost instantaneously. This is in contrast to external closed loop systems in which the commands must negotiate communications protocols before sending executable commands to the controller. In addition to the benefits of sharing a bus, instructions and parameters can be incorporated into the PLC Logic Program which allows for smoother and more complete system integration.

Literature:

1. <http://www.loomisproducts.com/products.php>
2. Extrusion in ceramics. Ed. F. Händle. Berlin: Springer, 2009.

© Bulgakova V.V., Tretyakova V.S., Urakov A.A., Iltimirov L.S., 2016

УДК 666.3

ТЕХНОЛОГИЯ ЭКСТРУЗИИ ТРУБЧАТЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МАССЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

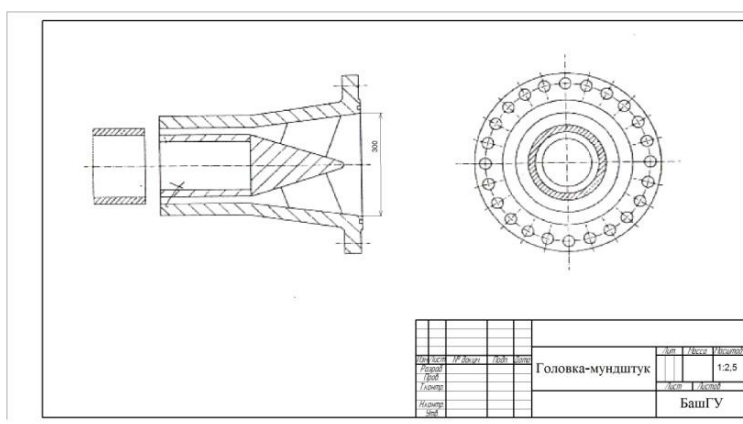
Третьякова В.С., Шаяхметов У.Ш., Хайдаршин Э.А., Юмобаев Ю.С.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Используя приготовленную путем вакуумирования керамическую массу, формование трубчатых изделий с диаметром до 100мм и длиной 2000мм



При этом пресс захватывал керамическую массу и проталкивал в вакуум-камеру, откуда освобожденная от воздуха формовочная масса, уплотненная поршнем, продвигалась к выходному отверстию «мундштука», укрепленному на головке пресса. Выдавливанием пластичной массы через «мундштук» формообразующей части пресса происходило производство керамических изделий заданной формы [1]. В прессовой головке мундштука происходило сжатие композиционной массы и формообразование трубчатого изделия определенной формы и размеров (рис.2).



Формовочные керамические массы представляли собой совокупность полидисперсных частиц (порошок глинозема), окруженные оболочками диффузионного слоя различной толщины (цементирующий раствор неорганического связующего). Стабильность такой системы определялась величиной и свойствами диффузионных оболочек. Использовали выпускаемый промышленностью дисперсный оксид алюминия, содержащий более 80% частиц с радиусом менее 10 мкм, поэтому композиция глинозем-связующее –

это микрогетерогенные, грубодисперсные системы [2]. Так же возможно образование коагуляционной структуры при определенной концентрации структурообразующих элементов, соответствующей критической концентрации образования макроструктуры в композиции. В качестве структурообразующих элементов формовочных масс использовали наполнители различных химических составов и размеров, например, частицы тонкодисперсного глинозема, отличающиеся строением и формами [3].

Технологию формования в процессе экструзии разработанных керамических масс определяли деформационными свойствами концентрированных коагуляционных структур, выраженные величиной сил межмолекулярного взаимодействия в системе, которые зависят от числа контактов частиц и схем их сцепления.

Таким образом, создана технология производства профилированных изделий из разработанных керамических масс на неорганических связках путем экструзии, которая позволяет формировать длинномерные изделия со сложной конфигурацией.

Список литературы:

1. Extrusion in ceramics / Ed. F. Händle. Berlin: Springer, 2009. – 470 p.
2. Голынкин-Вольфсон С. Л., Сычев М. М., Судакас Л. Г., Скобло Л. И. Химические основы технологии фосфатных связок и покрытий. - Л.: Химия, 1968. - 191 с.
3. Химическая технология керамики / Под ред. И. Я. Гузмана. М.: Стройматериалы, 2012. - 496 с.

© Третьякова В.С., Шаяхметов У.Ш., Хайдаршин Э.А., Юмобаев Ю.С., 2016

УДК 519.63: 562.5

ДИНАМИКА КЕРАМИЧЕСКИХ МАСС ПРИ ЭКСТРУЗИИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПОРШЕНЬ ПРЕССА

Чудинов В.В., Байдимирова К.В., Вдовенко Н.Н.

Бирский филиал Башкирского государственного университета, г. Бирск

Экструдер типа поршень – пресс состоит из поршня, который прессует перерабатываемый материал под действием давления, в результате чего материал поступает в формирующее отверстие – фильеру [1]. Фильера крепится на креплениях оснастки. Фильеры состоят из ряда деталей и могут иметь различные конструкции, которые главным образом, определяются значением рабочего давления. Конструктивные особенности оснастки могут иметь достаточно сильное влияние на движение материалов внутри экструдера. При приближении материала к выходному отверстию, стараются избежать его застывания на креплениях оснастки. Обычно это характерно при производстве профилированных керамических изделий. Неправильный режим работы экструдера приводит к браку (рисунок 1), очевидно из-за недостаточности

давления после прохождения массы через оснастку. Поэтому актуальна разработка математической модели для расчета динамики керамической массы в поршень – прессе с учетом физико-химических характеристик этой массы. В этом случае в модели необходимо учитывать параметры давления, скорости движения массы и постепенного сжатия материала. Если сжатие материала будет происходить при слишком больших скоростях, что в свою очередь приводит к увеличению давления, то может произойти скопление материала у крепления оснастки, приводящее к остановке потока массы, а следовательно, и остановке работы экструдера в целом.

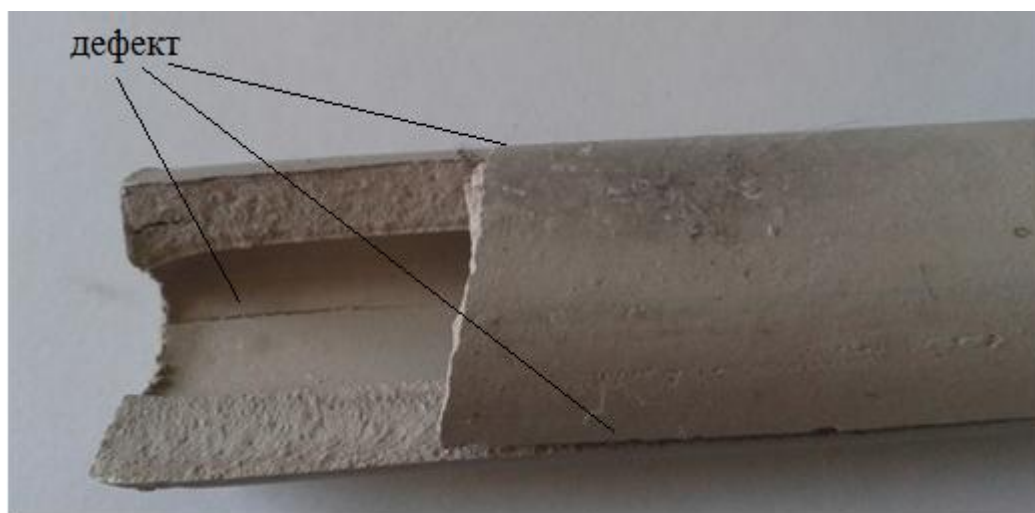


Рис. 1 Брак трубчатого керамического изделия выявленный после процесса консолидации

Рассмотрим процесс выдавливания вязкоупругого композитного сжимаемого материала из цилиндрической камеры в направляющую головку оснастки под действием плунжера прессы [2]. Введем координаты, расположение которых указано на рисунке 2.

В рамках рассматриваемого двумерного подхода процесс описывается системой уравнений: неразрывности, движения (или равновесия), дифференциального уравнения состояния, диффузионно-кинетического уравнения, с соответствующими начальными и граничными условиями [2].

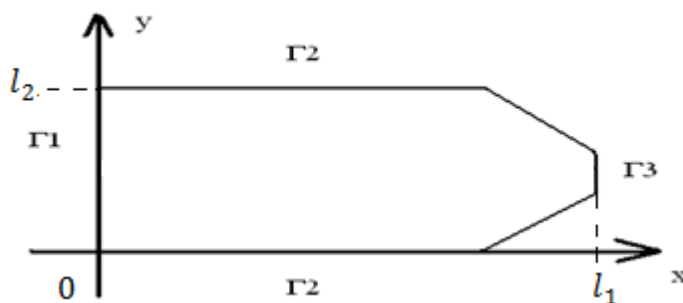


Рис. 2 Расчетная область

Расчетная область Ω [3] с границей: $\partial\Omega = \Gamma_1 \cup \Gamma_2 \cup \Gamma_3$, где $\Gamma_1 \cap \Gamma_2 \cap \Gamma_3 = \emptyset$ (рис. 2). Область $\Omega : \{0 < x < l_1, 0 < y < l_2, 0 \leq t \leq T\}$.

Пусть в Ω $V = V(x, y, t)$ - скорость вдоль оси x , $U = U(x, y, t)$ - скорость вдоль оси y , $\rho = \rho(x, y, t)$ - плотность, $\sigma_{xx} = \sigma_{xx}(x, y, t)$, $\sigma_{yy} = \sigma_{yy}(x, y, t)$ - осевые компоненты напряжения, Re - число Рейнольдса. Тогда уравнения, описывающие движение керамической массы в экструдере имеют вид:

уравнение неразрывности

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho V) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho U) = 0, \quad (1)$$

уравнение движения

$$\begin{aligned} Re \cdot \rho \left[\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} \right] &= \frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial y}, \\ Re \cdot \rho \left[\frac{\partial U}{\partial t} + V \frac{\partial U}{\partial x} + U \frac{\partial U}{\partial y} \right] &= \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y}. \end{aligned} \quad (2)$$

В уравнении (2) зачастую пренебрегают инерционными и нестационарными членами в силу малости числа Рейнольдса и заменяют уравнение на более простое – уравнение равновесия. В этом случае компоненты напряжения σ_{xx} и σ_{yy} удовлетворяют уравнениям:

$$\begin{cases} \frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial y} = 0, \\ \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y} = 0, \end{cases} \quad (3)$$

из которого следует, что продольное усилие не меняется вдоль осей камеры и является функцией лишь временной координаты.

Дифференциальное уравнение состояния среды запишем на основе обобщенной модели Максвелла (в этом случае тензор напряжения имеет одну ненулевую компоненту $\sigma_{xx} = \sigma(t, x, y)$):

$$\begin{cases} \frac{\partial \sigma}{\partial t} + \frac{G}{\mu} \sigma = G \left(\frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} \right), \\ \frac{\partial \sigma}{\partial t} + \frac{G}{\mu} \sigma = G \left(\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial y} \right) \end{cases} \quad (4)$$

или модели Ньютона

$$\sigma_{ij} = \mu \left(\frac{\partial V_i}{\partial x_j} + \frac{\partial V_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \sigma_{ij} \operatorname{div}(\vec{V}) \right) + \lambda \sigma_{ij} \operatorname{div}(\vec{V}), \quad (5)$$

где $\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} \end{bmatrix}$ – тензор напряжения, $\mu = \mu(a(z, t))$ - сдвиговая вязкость, $\lambda = \lambda(a(z, t))$ - объемная вязкость, $G = \frac{\mu_0}{t_r}$ - модуль сдвига, зависящие от степени структурных превращений a (концентрации межмолекулярных сшивок), t_r - время релаксации.

Для определения степени структурных превращений воспользуемся диффузионно-кинетическим уравнением:

$$\frac{\partial a}{\partial t} + V \left(\frac{\partial a}{\partial x} + \frac{\partial a}{\partial y} \right) = D \left(\frac{\partial^2 a}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 a}{\partial y^2} \right) + \Phi(a, \sigma), \quad (6)$$

где D - коэффициент диффузии, $\Phi(a, \sigma) = -k_0 \exp(p\sigma) a + k_2(1 - a) = k_2[1 - a - a\chi \exp(p\sigma_{xx})]$ - функция диссипации (функция перехода энергии).

Здесь $\chi = k_0/k_2$ - отношение констант скоростей разрушения и образования сшивок, $k_0 \exp(p\sigma) a$ – коэффициент скорости разрушения.

Рассмотрим начальные условия: скорости $V(x, y, 0) = 0$ и $U(x, y, 0) = 0$, плотность $\rho = \text{const} = C$, давление $P = 0$, $\sigma_{ij} = 0$, $a = \text{const}$.

Рассмотрим теперь граничные условия на границе Γ_1 : скорости $V|_{\Gamma_1} = V_{\text{const}}$ и $U|_{\Gamma_1} = U_{\text{const}}$, плотность $\rho|_{\Gamma_1} = \rho_{\text{массы}}$, давление $P|_{\Gamma_1} = 0$, концентрация межмолекулярных сшивок $\frac{\partial a}{\partial \vec{n}}|_{\Gamma_1} = 0$, тензор напряжения $\frac{\partial \sigma}{\partial \vec{n}}|_{\Gamma_1} = 0$.

Рассмотрим граничные условия на границе Γ_2 , то есть на стенках экструдера: скорости $V|_{\Gamma_2} = 0$ и $U|_{\Gamma_2} = 0$, плотность $\frac{\partial \rho}{\partial \vec{n}}|_{\Gamma_2} = 0$, давление $\frac{\partial P}{\partial \vec{n}}|_{\Gamma_2} = 0$, где $\vec{n}$ - вектор внешней нормали, концентрация межмолекулярных сшивок $\frac{\partial a}{\partial \vec{n}}|_{\Gamma_2} = 0$, тензор напряжения $\frac{\partial \sigma}{\partial \vec{n}}|_{\Gamma_2} = 0$.

Граничные условия на границе Γ_3 : $\frac{\partial V}{\partial x}|_{\Gamma_3} = 0$, скорость $\frac{\partial U}{\partial y}|_{\Gamma_3} = 0$. Здесь производные означают скорость движения со свободным концом, $\frac{\partial \rho}{\partial x}|_{\Gamma_3} = 0$, $P|_{\Gamma_3} = 0$, концентрация межмолекулярных сшивок $\frac{\partial a}{\partial \vec{n}}|_{\Gamma_3} = 0$, тензор напряжения $\sigma|_{\Gamma_3} = 0$ [2].

Решаемая задача может быть рассмотрена в упрощенной формулировке. Опишем динамику скорости относительно оси x , скорости относительно оси y , плотность и давление. Процесс описывается следующими уравнениями:

уравнение неразрывности

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho V) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho U) = 0, \quad (7)$$

уравнение движения

$$\begin{aligned} Re \cdot \rho \left[\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} \right] &= \frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial y}, \\ Re \cdot \rho \left[\frac{\partial U}{\partial t} + V \frac{\partial U}{\partial y} + U \frac{\partial U}{\partial x} \right] &= \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y}, \end{aligned} \quad (8)$$

уравнение для давления

$$\frac{\partial P}{\partial t} + \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) P = 0. \quad (9)$$

Рассмотрим начальные условия: скорости $V(x, y, 0) = 0$ и $U(x, y, 0) = 0$, плотность $\rho = \text{const} = C$, давление $P = 0$.

Рассмотрим теперь граничные условия на границе Γ_1 : скорости $V|_{\Gamma_1} = V_{\text{const}}$ и $U|_{\Gamma_1} = U_{\text{const}}$, плотность $\rho|_{\Gamma_1} = \rho_{\text{массы}}$, давление $P|_{\Gamma_1} = 0$.

Рассмотрим граничные условия на границе Γ_2 , то есть на стенках экструдера: скорости $V|_{\Gamma_2} = 0$ и $U|_{\Gamma_2} = 0$, плотность $\frac{\partial \rho}{\partial \vec{n}}|_{\Gamma_2} = 0$, давление $\frac{\partial P}{\partial \vec{n}}|_{\Gamma_2} = 0$, где $\vec{n}$ - вектор внешней нормали.

Граничные условия на границе Γ_3 : $\frac{\partial v}{\partial x}\bigg|_{\Gamma_3} = 0$, скорость $\frac{\partial u}{\partial y}\bigg|_{\Gamma_3} = 0$. Здесь производные означают скорость движения со свободным концом, $\frac{\partial \rho}{\partial x}\bigg|_{\Gamma_3} = 0$, $P|_{\Gamma_3} = 0$ [3].

Нами разработан алгоритм и программа для расчета динамики керамической массы при экструзии под воздействием плунжера поршень-пресса.

Численный эксперимент был проведен для экструдера с геометрическими размерами $L = 1$ м, $R = 0,1$ м, и следующими параметрами керамической массы на основе Al_2O_3 : $\rho_{\text{керам.массы}} = 220$ кг/м³(13), радиус гранул порошка оксида алюминия $R1 = 5 \cdot 10^{-4}$ м, с составом: 80% оксида алюминия и 15% воды, 5% связующего.

Результаты работы программы позволяет получить динамику скорости движения, давления и плотности керамической массы в радиальном сечении поршень - пресса и его оснастки.

Список литературы:

1. Соколов М.В., Клинков А.С., Беляев П.С., Однолько В.Г. Проектирование экструзионных машин с учетом качества резинотехнических изделий // Изд. "Машиностроение-1". М.: 2007.
2. Беляева Н.А., Прянишникова Е.А. Математическое моделирование в задачах экструзии // Вестник Сыктывкарского университета. - Сер.:1. Вып.15. 2012.
3. Байдимирова К.В., Чудинов В.В. О математическом моделировании процесса экструзии керамических масс // Новые технологии в материаловедении. Материалы I научно-практической конференции с международным участием. Уфа. 2015. С. 210.

© В.В.Чудинов, К.В.Байдимирова, Н.Н.Вдовенко, 2016

УДК 666.3

NEW TECHNOLOGIES – ECT-KEMA UNIVERSAL PISTON EXTRUDERS

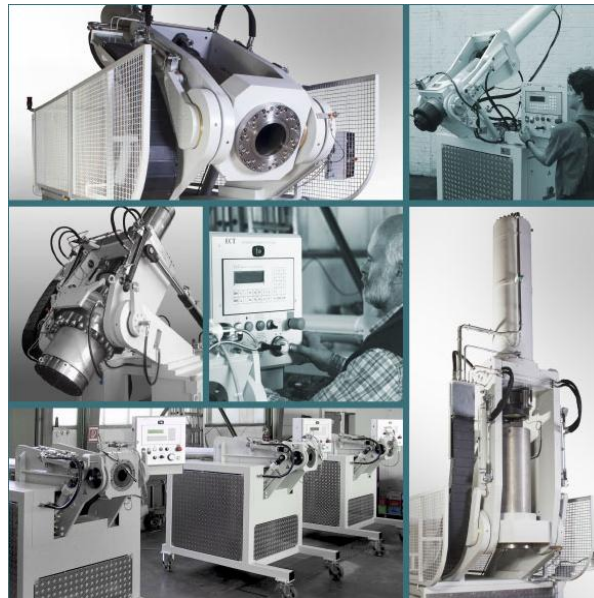
Shayakhmetov A.U., Frank Händle, Torsten Seidel, Tretyakova V.S.

ECT-KEMA GmbH · Demianiplatz 21/22 · D-02826 Görlitz · Phone: +49(0)3581-878777-0 Fax: +49(0)3581-878777-77 ·

E-mail: info@ect-kema.de · Web: www.ect-kema.de

Bashkir state University, Ufa

The authors, specialists of the company ECT-KEMA offered a new production line for the production of ceramic shaped articles. Here are their specifications.



As ECT-KEMA produces both piston extruders and screw extruders, they are in a position to objectively assess the pros and cons of these machines in practical operation. In the ceramics industry both systems are employed for the extrusion of plastic bodies. The following table compares the continuous, the intermittent and the indexed extrusion methods:

	Piston Extruder	Screw Extruder
Continuous extrusion		X
Intermittent extrusion	X	
Indexed extrusion	X	X



High-tech piston extruder with diameter of 300 mm – designed by ECT-KEMA GmbH for a Chinese customer for the production of special honeycomb profiles.

	Diameter of Receiver (mm)	Max. Pressing Force (kN)
KPH 50	50	75
KPH 80	80	200
KPH 120	120	450
KPH 140	140	600
KPH 200	200	1250
KPH 300	300	2500
KPH 400	400	6000
KPH 500	500	7500

Technical parameters of ECT-KEMA products

- High speed control range
- Direction of extrusion with angle of inclination from 0 – 90 degrees
- For automatic or manual operation
- Exact and pressure-independent control of the piston speed
- All operating data can be read and recorded at the display
- Use of state-of-the art sensor technology
- Robust design
- Microprocessor control to guarantee maximum consistency in forward feed of the press cylinder and for accurate control of the proportioning valves



It has to be assessed in each individual case whether a screw extruder or a piston extruder is the better solution, taking into account the body and product to be extruded, throughput rate and other boundary conditions. If the machine is to be charged with billets which are de-aired at a high degree, a screw extruder would be the preferred machine for the billet extrusion.

Pros of the Piston Extruder:

- Generation of extremely high pressing forces
- Easy cleaning with minimum loss of material
- Minimization of the laminations which are typical for screw extrusion
- Low wear and tear when processing abrasive materials
- Extrusion of small material batches

Cons of the Piston Extruder:

- Intermittent extrusion
- Small throughput rate due to higher setting-up times

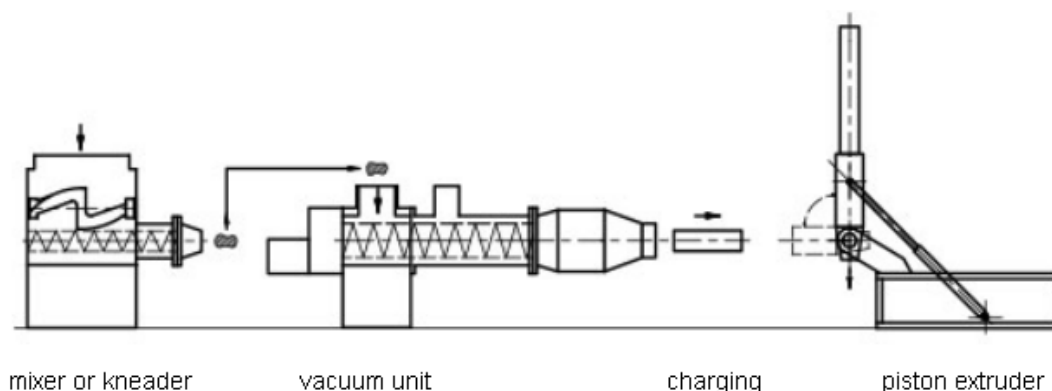


- Textures caused by intermittent extrusion (at the joints)
- Suboptimal de-airing in the receiver

Three major problems must be solved in designing extrusion plants involving piston extruders:

- Adequate de-airing
- Charging of receiver
- Reduction of setting-up times

Whilst optimum de-airing can be achieved in feeding a finely shredded ceramic material into the vacuum chamber of a screw extruder, the so-called “inner de-airing” within the receiver of the piston extruder will always be suboptimal, in spite of sophisticated solutions for instance in the form of the de-airing bell with its perfect seal as designed by ECT-KEMA (see illustration above). This applies in particular for the charging of bulk material. We therefore recommend, as a matter of principle, to feed de-aired billets into the piston extruder. As well as shortening setting-up times, this also allows an automatic charging and ensures an adequate evacuation of the air between the billet and inside wall of the receiver. Producing billets by multiple extrusion on piston extruders is in our view only a makeshift solution – physics simply cannot be outsmarted – especially not for ceramic materials which are sensitive to de-airing.



Thus the plant model proposed scheme consists of a piston extruder, a specially designed screw extruder and shifter for blanks, including automatic charging of the piston extruder for vertical operation.

Literature:

1. ECT: Company News: Capillar Check – a unique device.
2. Новые технологии в материаловедении: материалы I научно-практической конференции с международным участием (г.Уфа, 14 декабря 2015г.) / отв. Ред. У.Ш. Шаяхметов. –Уфа: РИЦ БашГУ, 2015. С.66-73.
3. Extrusion in ceramics. Ed. F. Händle. Berlin: Springer, 2009.

СЕКЦИЯ VI НАНОТЕХНОЛОГИИ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

УДК 669:539.3:536.413.2

ОБОРУДОВАНИЕ TA INSTRUMENTS ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ И КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ

Ахметов М.Ф.

INTERTECH TRADING CORPORATION, г. Екатеринбург

TA Instruments является ведущим разработчиком и производителем оборудования для термоанализа и реологии. Эта компания предлагает решения для изучения механических свойств, теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности различных материалов в широком температурном диапазоне.

Термоанализ представляет собой широко распространенный, простой и надежный способ исследования и контроля материалов. Методы термоанализа, такие как дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), термогравиметрия (ТГА), динамический механический анализ (ДМА), термомеханический анализ (ТМА) позволяют подойти к характеристике материала с различных точек зрения и полностью исследовать возможности использования данного материала в различных условиях работы конкретного изделия. С другой стороны, информация методов ТГА и ДСК дает возможность идентифицировать материалы сложной структуры и состава, контролировать наличие добавок и примесей, влажность и летучие вещества, зольность, наличие и степень кристаллизации, устойчивость к статическим и динамическим нагрузкам при различных температурах и в различных газовых средах, коэффициент расширения. Для изучения свойств наноматериалов и коллоидных систем компания TA Instruments рекомендует использовать термоанализаторы серии Discovery, которые обладают уникальной чувствительностью, разрешающей способностью и воспроизводимостью.

Особое место в производственной линейке TA Instruments занимают микро- и нанокалориметры, которые открывают широкие возможности для изучения наномасштабных тепловых эффектов. Например, микрокалориметры используются для изучения сорбционных процессов и химических взаимодействий наночастиц с газообразными, жидкими и твердыми веществами в контролируемых условиях. Микрокалориметрический метод является стандартным способом изучения кинетики долговременных взаимодействий. Микро- и нанокалориметры TA Instruments в режиме изотермического титрования используются для определения физико-химических свойств и различных взаимодействий сложных органических молекул и биологических систем: протеинов, РНК, ДНК, липидов, органических мембран, микроорганизмов и целых ценозов (планктон, почвы).

Реологические исследования используются для изучения материалов в различных агрегатных состояниях, для контроля и регулирования

технологических процессов практически во всех областях деятельности. Реометры компании TA Instruments предоставляют мощные средства для решения самых сложных задач.

Для определения термофизических свойств таких материалов, как нанокompозиты, TA Instruments предлагает анализаторы теплопроводности и температуропроводности с широким диапазоном измеряемого теплопроводностей, от пленок алмаза до вакуумных теплоизоляторов. Для измерения теплового расширения материалов и других тепловых эффектов, связанных с изменением геометрических размеров, компанией предлагаются классические и оптические дилатометры, нагревательные микроскопы, флексиметры и термомеханические анализаторы.

Компания Intertech Corporation является официальным представителем TA Instruments в России и странах бывшего СССР.

© INTERTECH TRADING CORPORATION, 2016

УДК 669:539.3:536.413.2

НОВЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Ахметов М.Ф.

INTERTECH TRADING CORPORATION, г. Екатеринбург

Реологические исследования позволяют получать макро- и микрохарактеристики нанокompозиций, что можно использовать для целенаправленной модификации наносистем.

TA Instruments является ведущим разработчиком и производителем оборудования для термоанализа и реологии. Эта компания предлагает решения для изучения реологических свойств жидких и твердых образцов, что является уникальным явлением для современного рынка аналитической техники. Соответственно, это определяет своеобразный подход TA Instruments – отсутствие искусственного разделения в линейке реометров и динамических механических анализаторов (ДМА) для изучения жидких и твердых материалов соответственно.

TA Instruments предлагает реометры и ДМА классической схемы. Для этих приборов характерно совмещение двигателя, прикладывающего нагрузку к образцу, и датчика, регистрирующего отклик. К таким приборам относятся реометры серии DHR (Discovery Hybrid Rheometer) и ДМА Q800. Хотя реометры и ДМА подобной схемы обладают великолепными метрологическими характеристиками, существует ряд ограничений их использования. Так, при изучении нанокompозиций инерция подвижных частей реометров и ДМА ограничивает возможность их применения.

Подобных проблем лишены реометр ARES-G2 и ДМА RSA-G2 производства TA Instruments. В этих анализаторах двигатель и датчик отклика разделены. К нижней геометрии прикладывается нагрузка, отклик

регистрируется с верхней геометрии. Это позволяет получать высокоточные результаты для даже для незначительных эффектов изменения реологических свойств. Кроме того, эти анализаторы имеют очень большой динамический диапазон измерения. Например, это позволяет измерять реологические свойства эпоксидных композиций с момента приготовления до отверждения за один эксперимент.

Реометр ARES-G2 имеет еще одну уникальную особенность. Он объединяет возможности ротационного реометра и динамического механического анализатора и может быть использован для изучения твердых материалов в режиме трехточечного изгиба, кантелевера, растяжения волокон/пленок и параллельных пластин.

Подобное совмещение дает исследователям два новых метода изучения реологических свойств сложных систем: метод ортогональной суперпозиции (Orthogonal Superposition - OSP) и двумерная реология с осцилляцией малой амплитуды (2 Dimensional Small Amplitude Oscillatory Shear - 2D-SAOS).

Метод ортогональной суперпозиции заключается в совмещении вращательного движения ротора с осцилляцией в вертикальном направлении. Это дает мощный инструмент в изучении нелинейных вязкоупругих свойств. Реометр ARES-G2 позволяет определять изменение модулей в условиях стационарного течения, например, в результате модификации поверхности наночастиц или при образовании и разрушения их ассоциатов.

Метод двумерной реологии с осцилляцией малой амплитуды заключается в приложении колебательной нагрузки к образцу в горизонтальном и вертикальном направлениях. Этот метод используется для изучения анизотропии вязкоупругих свойств. Подобная анизотропия характерна для дисперсных систем.

Компания Intertech Corporation является официальным представителем TA Instruments в России и странах бывшего СССР.

© INTERTECH TRADING CORPORATION, 2016

УДК 661.665

ПРОЦЕСС ФОРМОВАНИЯ КАРБОРУНДОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Балянова Ю.Е., Хамидуллин А.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Карборунд – карбид кремния (SiC) – это минерал, обладающий большой твердостью и отличными огнеупорными свойствами, в природе не встречается, и поэтому является исключительно искусственным. Полученный карборунд размалывают в специальных мельницах. Измельченный материал определенного гранулометрического состава смешивают со связкой, формуют и подвергают обжигу в восстановительной среде.

Основными ценными свойствами таких огнеупорных изделий являются высокая огнеупорность, теплопроводность, термическая стойкость, прочность и

шлакоустойчивость. Недостаток карборундовых изделий – это окисляемость. Хотя она значительно ниже, чем у углеродистых, все же это не позволяет эксплуатировать изделия в окислительной среде при температуре выше 1100–1200°C. Карборунд применяют в основном как абразивный материал, но за последние годы он приобретает все большее значение как огнеупор.

Карборундовые огнеупорные изделия благодаря высоким теплопроводности, термостойкости, деформации под нагрузкой и механической прочности можно широко использовать в промышленности; однако в настоящее время применение его ограничено высокой стоимостью карборунда, обусловленной большими затратами электроэнергии, так как сырье весьма дешево и доступно.

Карбид кремния стал незаменим для высокотемпературных электронагревателей.

Карборунд – искусственный материал, который получают путем нагрева в электрических печах шихты, состоящей из поваренной соли – 8,5%, нефтяного кокса – 34,4%, кварцевого песка – 53,4%, и древесных опилок – 3,6%. Карборунд SiC не плавится, а при температуре 1900 – 2000° С разлагается на кремний и углерод (графит).

Из карбида кремния изготавливают нагревательные элементы для высокотемпературных электропечей. В металлургической промышленности и других областях широко используют различные карборундовые материалы, получаемые из порошка или нитевидных кристаллов Si.

Формовку изделий осуществляют на прессах под давлением 500 – 1000 кгс/см² или трамбованием пневматическими трамбовками. Обжиг сырца производят в газокамерных или туннельных печах при температуре 1400 °С открытым способом. При изготовлении карборундовых изделий на кремнеземной или ферросилициевой связках шихту составляют из 90% карборунда и 10% чистого кварца (или ферросилиция).

При изготовлении карборундовых изделий без связки шихта состоит из 93 – 94% карборунда и 7 – 6% жидкого стекла. Обжиг этого вида изделий производят при температуре 2300 °С. Карборундовые изделия, содержащие 82 – 87% SiC и 9 – 10% SiO₂, обладают большой механической прочностью – 470 кгс/см² и выше, высокой температурой начала деформации под нагрузкой 2 кгс/см² – 1700 °С и большой теплопроводностью.

Огнеупорные изделия прессуют из смеси порошка карбида кремния с огнеупорной связкой и после просушки подвергают обжигу.

Из зерен карбида кремния изготавливают электрические сопротивления с нелинейными характеристиками (сопротивление их зависит от величины тока), а также карборундовые нагревательные элементы для высокотемпературных электрических печей сопротивления, о которых более подробно сказано ниже.

Обычно карборундовые изделия изготавливают путем формования смеси тонко измельченного карборунда с различными органическими связующими веществами (например, с крахмалом) и последующего обжига, главным

образом в электрических печах. Карборунд служит также для изготовления специального кирпича и тиглей.

Список литературы:

1. Г.Г.Гнесин «Карбидокремниевые материалы»
2. Н.Л.Глинка «Общая химия. Издание 18»
3. Выдержка из книги Будников П.П. «Технология керамики и огнеупоров Издание 3»

© Балянова Ю.Е., Хамидуллин А.Р., 2016

УДК 666.3.046.4

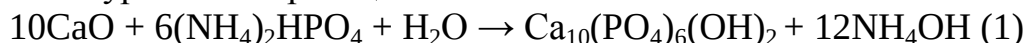
КЕРАМИКА ИЗ ФОСФАТОВ КАЛЬЦИЯ С СООТНОШЕНИЕМ
Ca/P = 1,25 ИЗ НАНОПОРОШКОВ,
ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МЕХАНОАКТИВАЦИИ

Беляков А. В., Гудимов Н.В.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева» Российская Федерация,
av_bel@bk.ru*

Биокерамика - один из видов материалов, использующийся для костной имплантации. Первыми стали применять виды биокерамики, обладающие биоинертными свойствами. Они были устойчивы к биохимическим воздействиям организма, не токсичны и не отторгались организмом, как инородное тело (диоксид-циркониевая, корундовая керамика) [1]. В настоящее время, наряду с биоинертной, широко применяют биоактивную керамику, способную создавать прямую связь с биологической системой с образованием на ней собственной костной ткани или замещением её костной тканью. К биоактивной керамике относят некоторые фосфаты кальция, наиболее применимые считаются гидроксиапатит (ГАП), трикальцийфосфат β -модификации (β -ТКФ) и пирофосфат кальция (ПФК) [1, 2].

Существует множество методов синтеза кальцийфосфатной керамики. В работе был выбран один из методов получения нанопорошков гидроксиапатита методом механоактивации и керамики на его основе [3]. Суть данного метода заключается в одновременном смешивании и измельчении в планетарной мельнице материалов в твердом виде, и последующим добавлением воды, согласно уравнению реакции:



Отличие данной работы от метода [3] заключалось в молярном отношении Ca/P в исходной смеси. Для исследования протекания химических реакций на стадии механоактивации и обжига было взято соотношение Ca/P = 1,25 (для примера: соотношение Ca/P ГАП = 1,67, ТКФ = 1,5, ПФК = 1).

Целью работы было изучение процессов, происходящих при термообработке образцов, отпрессованных из нанопорошков, и влияние на результаты стадии промывания порошка в дистиллированной воде и спирте после механоактивации.

Из порошков, которые не были промыты в дистиллированной воде и спирте после механоактивации, были изготовлены образцы одноосным двухсторонним прессованием при давлении прессования 100 МПа. В дальнейшем был проведен обжиг образцов со скоростью нагрева 10 °С/мин. (кривая усадки ($dL = f(t)$, где dL - изменение длины образца, t – температура и кривая изменения её производной (dL/dt) представлены на рисунке 1). Из рисунка 1 видно, что при 1200 °С усадка составила 13,8 % при скорости нагрева 10 °С/мин. На кривой, производной от усадки видны пики, соответствующие протеканию химических реакций (300, 700 и 1050 °С). Были проведены дополнительные обжиги образцов при указанных температурах со скоростью нагрева 200 °С/час, с продолжительностью выдержки при максимальной температуре 2 часа. На рисунке 2 представлена фотография образцов до обжига, после обжига на 300 и 700 °С. Из рисунков 1 и 2 видно, что усадка минимальна и можно судить даже по цвету образцов о протекании химических реакций. После обжига на 1050 °С образцы становятся опять белого, цвета. При 1300 °С происходит расплавление образцов.

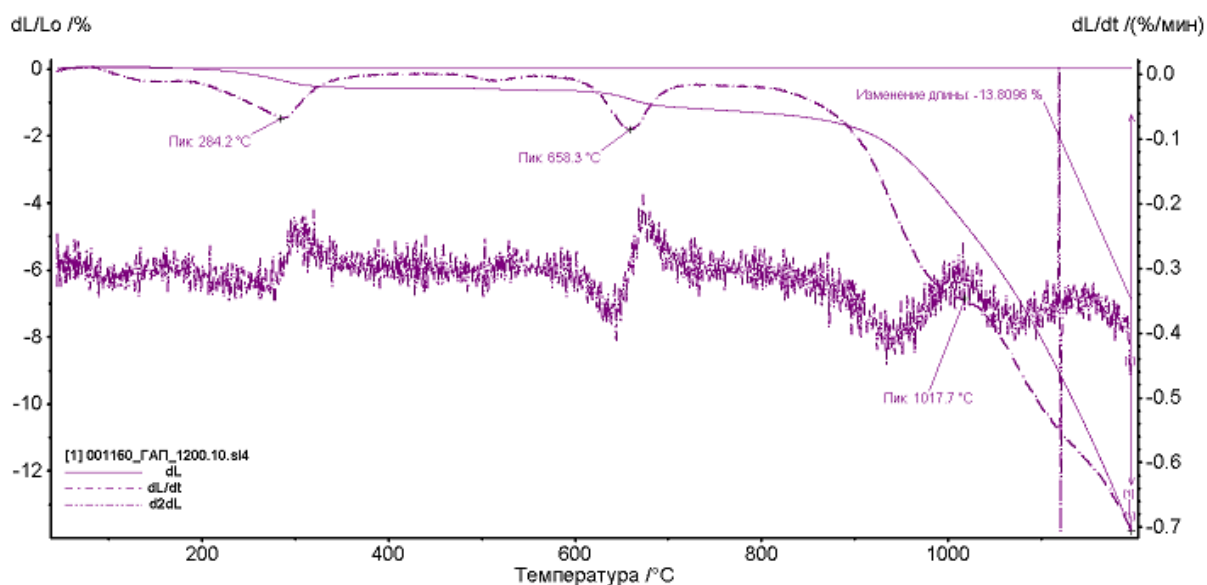


Рис. 1. Усадка спрессованных образцов

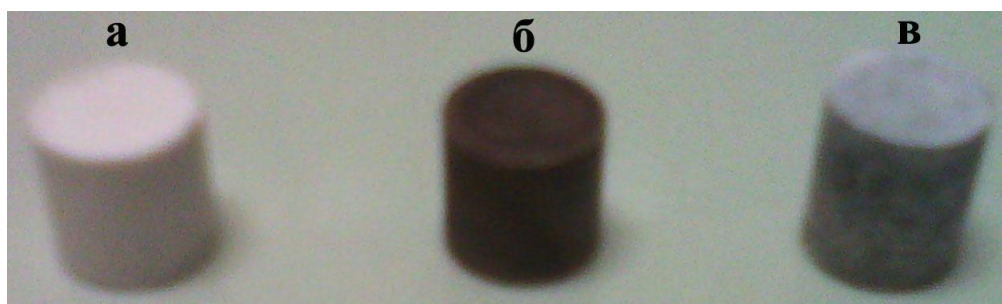


Рис. 2. Образцы: а) до обжига, б) обжиг при 300 °С, в) обжиг при 700 °С

Был проведен рентгенофазовый анализ (РФА) образцов, до обжига и после обжига. Расшифровку спектров осуществляли с помощью библиотеки JCPDS-ICDD с использованием специализированного программного обеспечения (результаты расшифровки представлены в таблице 1).

Из таблицы 1 видно, что после механохимической активации порошок представляет собой фазу гидроксиапатита, остальные фазы не выявлены или находятся на уровне фона. При 300 °С гидроксиапатит кальция сохранялся, но уже при 700 °С гидроксиапатита кальция не наблюдали, он полностью разложился на трикальцийфосфат и пирофосфаты кальция.

Образцы, полученные из порошков, промытых в дистиллированной воде и спирте после механоактивации [3], были обожжены при 1200, 1300, 1400 и 1500 °С (скорость нагрева 200 °С/час, выдержка при максимальной температуре 2 ч). В отличие от непромытых образцов, промытые образцы не плавилась при 1300 °С. Внешний вид образцов показан на рисунке 3.

Таблица 1. Результаты рентгенофазового анализа

Вид образца		Основные кристаллические фазы		
Без обжига		гидроксиапатит кальция	Ca ₁₀ (PO ₄) ₆ (OH) ₂ (карточка 72-1243)	
Обожженный при температуре 300 °С	при	гидроксиапатит кальция	Ca ₁₀ (PO ₄) ₆ (OH) ₂ (карточка 72-1243)	
Обожженный при температуре 700 °С	при	ромбоэдрический ортофосфат кальция Ca ₃ (PO ₄) ₂ – 18% (карт. 70-2065) тетрагональный пирофосфат кальция Ca ₂ P ₂ O ₇ – 34% (карт. 81-2257) моноклинный пирофосфат кальция Ca ₂ P ₂ O ₇ – 48% (карт. 73-0440)		
Обожженный при температуре 1050 °С	при	ромбоэдрический ортофосфат кальция Ca ₃ (PO ₄) ₂ – 45% (карт. 70-2065) тетрагональный пирофосфат кальция Ca ₂ P ₂ O ₇ – 55% (карт. 09-0345)		
Обожженный при температуре 1200 °С	при	ромбоэдрический ортофосфат кальция Ca ₃ (PO ₄) ₂ – 40% (карт. 70-2065) тетрагональный пирофосфат кальция Ca ₂ P ₂ O ₇ – 60% (карт. 81-2257)		
Обожженный при температуре 1300 °С	при	ромбоэдрический ортофосфат кальция Ca ₃ (PO ₄) ₂ – 46% (карт. 70-2065) орт ромбический ортофосфат кальция Ca ₃ (PO ₄) ₂ – 20% (карт. 09-0348) моноклинный пирофосфат кальция Ca ₂ P ₂ O ₇ – 34% (карт. 73-0440)		

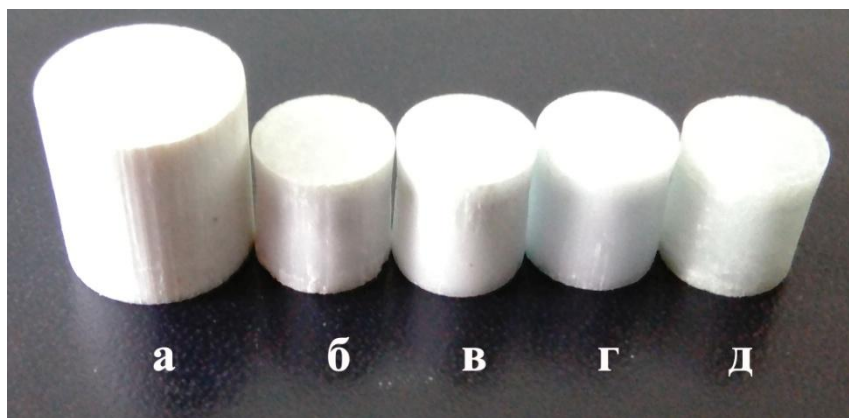


Рис. 3. Образцы: а) до обжига, б) обжиг при 1200 °С, в) обжиг при 1300 °С, г) обжиг при 1400 °С, д) обжиг при 1500 °С

Был проведен рентгенофазовый анализ (РФА) образцов после обжига, при температуре 1200 и 1500 °С (результаты расшифровки представлены в таблице 2).

Таблица 2. Результаты рентгенофазового анализа

Вид образца		Основные кристаллические фазы
Обожженный температуре 1200 °С	при	гидроксиапатит кальция $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ – 83% ромбоэдрический ортофосфат кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ – 17%
Обожженный температуре 1500 °С	при	моноклинный ортофосфат кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ – 63% гидроксиапатит кальция $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ – 37%

Из таблицы 2 видно, что до температуры 1500 °С остаются только две фазы (гидроксиапатит и трикальцийфосфат), а фаза пирофосфата кальция отсутствует. Это может быть связано с тем, что при промывании порошка в дистиллированной воде и спирте после механоактивации удаляется NH_4OH и другие водорастворимые соединения.

Таким образом, побочные водорастворимые соединения, которые удаляются при промывании порошка в дистиллированной воде и спирте после механоактивации, существенно влияют на химические реакции и состав продуктов после термообработки отпрессованных образцов. Также установлено, что усадка после промывания порошка и последующего спекания до 1200 °С со скоростью нагрева 10 °С/мин составила 19,7 %, что на 5,9 % больше, чем без промывания с таким же режимом обжига. Это может быть связано с объемными изменениями и изменениями структуры материала в результате химических реакций и проявлением эффекта Киркендалла-Френкеля [4].

Список литературы:

1. Баринов С. М., Комлев В. С. Биокерамика на основе фосфатов кальция. М. : Наука, 2005. 203 с.
2. Сафронова Т.В., Путляев В.И., Шехирев М.А., Третьяков Ю.Д. Способ получения керамического биodeградируемого материала, состоящего из пирофосфата кальция и трикальцийфосфата // Патент РФ № RU 2391316 C1, 10.06.2010.
3. Петракова Н. В. Влияние условий синтеза и спекания нанопорошков гидроксиапатита на формирование микроструктуры и свойств керамики: дис. канд. техн. наук — М., 2014. — 143 с.
4. О возможности получения плотной керамики из цирконатов щелочноземельных металлов при совмещении синтеза и спекания // В. С. Бакунов, А. В. Беляков. Н. Т. Джигайло, Р. Я. Попильский / Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. - 1983. - Вып. 128. - С. 67 - 71.

© Беляков А. В., Гудимов Н.В., 2016

УДК 661.862.222: 661.682.232

КОРУНДОВАЯ КЕРАМИКА С ДОБАВКАМИ НАНОЧАСТИЦ БЕМИТА,
ПОЛУЧЕННАЯ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ ФОРМОВАНИЯ

¹Берш А. В., ³Беляков А.В., ³Ванчури В.И., ¹Мазалов Д.Ю., ²Судник Л.В.,
¹Федотов А.В.

¹*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский технологический институт
ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка»
Российская Федерация, 1117731@mail.ru*

²*Институт порошковой металлургии НАН Беларуси, г. Беларусь,
lsudnik@tut.by*

³*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева» Российская Федерация,
av_bel@bk.ru*

Среди различных направлений нанотехнологий производство нанопорошков, плотных керамических наноматериалов и нанокомпозитов имеет преобладающее значение. Обеспечение высокого уровня свойств зависит от создания структуры с равномерно распределенными нанокомпонентами и уменьшения агрегирования нанопорошков, что создает проблемы при формировании заготовок и спекании нанокерамики [1]. Перспективны композиты, в которых и матрица, и армирующая фаза состоят из оксида алюминия, что позволяет в полной мере реализовать ценные свойства оксида алюминия. Упрочнение композитов происходит за счет рассеяния энергии трещин, в частности на микропористых областях и нанокластерах оксида алюминия, оптимизированных по размеру и форме.

В работе использовали нанопорошок бемита, полученный гидротермальным синтезом из порошка алюминия [2], нанопорошок оксида алюминия, полученный прокаливанием бемита, и промышленные порошки глинозема марок ГК (состоит преимущественно из α - Al_2O_3) и Г-00 (преимущественно γ - Al_2O_3). Размер кристаллов составлял 31 нм для исходного бемита и 7, 9 и 30 нм соответственно для прокаленных при температурах 500, 800 и 1100°C порошков бемита. Формование заготовок проводили экструзией, а также статическим одноосным, гидродинамическим и взрывным методами прессования. Композиции промышленных порошков с нанокластерами бемита готовили в роторно-пульсационном аппарате, в котором предварительно дезагрегировали исходный порошок бемита.

Микротвердость и трещиностойкость материалов определяли методом индентирования на шлифах [3]. Размер кристаллов - рентгеновским методом по изменению формы профиля дифракционного отражения [4]. Удельную поверхность - методом низкотемпературной адсорбции азота, объем пор и средний радиус пор – по методу Дубинина -Астахова и ВЖН [5, 6].

Нагревание экструдатов из бемита сопровождается его разложением около 500°C с образованием безводных форм оксида алюминия. В результате структурной перестройки идущей с уменьшением объема до 36 % наблюдается максимальное значение удельной поверхности. При дальнейшем нагревании происходит уменьшение удельной поверхности за счет рекристаллизации и коалесценции пор. До 1300 °C средний размер частиц не выходит за пределы наноразмеров, средний размер пор не более 10 нм, т. е. керамика является не только нанокристаллической, но и нанопористой. Такая структура обуславливает высокую прочность экструдатов (прочность на раздавливание по образующей (диаметральное сжатие) достигала 51 МПа при пористости 49 %). Керамика перспективна для применения в качестве катализаторов, мембран, теплоизоляционных материалов.

Процесс уплотнения порошка бемита во всем диапазоне давлений статического и взрывного прессования (от 50 МПа до 4 ГПа) удовлетворительно описывается уравнением А.С. Бережного (рис. 1). За счет слоистой структуры порошок бемита хорошо уплотняется. Однако даже при прессовании заготовок из бемита под давлением 4 ГПа после спекания, за счет объемных изменений бемита, относительная плотность керамики не превышала 71,0 %. Повышение температуры (1850 °C, выдержка 1,5 часа, вакуум) увеличило относительную плотность только до 76,2 %.

При взрывном прессовании структура заготовки мелкозернистая, более однородная, более плотная и изотропная (менее текстурированная), т. к. частично устраняется внешнее и внутреннее трение, а также текстурирование, связанное с ориентировкой частиц при статическом одноосном прессовании. Для ориентировки частицам необходимо время, а быстрота уплотнения при взрывном прессовании не представляет им такой возможности. Достижение более высокой плотности прессовок при взрывном прессовании по сравнению

со статическим свидетельствует о значительном снижении сил трения между частицами порошка в условиях ударно-волнового сжатия.

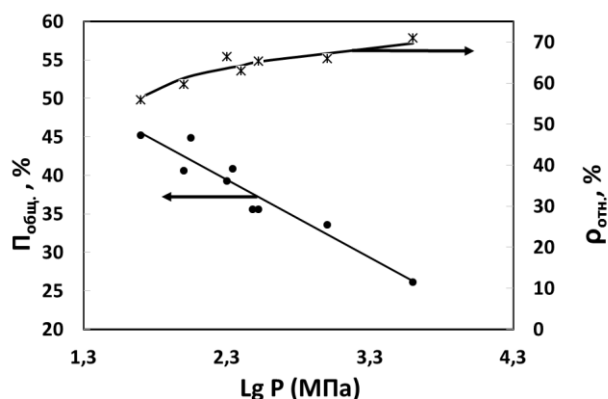


Рисунок 1- Зависимость общей пористости прессовки и относительной плотности спеченной керамики (1650 °С, 1 час) из бемита от давления одноосного и взрывного (последние две точки на графике) прессования

Порошки прокаленного бемита уплотнялись хуже и даже при давлении взрывного прессования 4 МПа пористость заготовки составляла 42-46 %, в зависимости от температуры прокаливания. Несмотря на достаточно высокие дисперсность применяемых напорошков Al_2O_3 , давление прессования (до 4 ГПа) и температуру обжига (до 1850 °С, вакуум) не удалось получить высокоплотную спеченную керамику. Плотность не превышала 90,5 %. Видимо, очень высокая активность наночастиц и большие объемные изменения приводят при спекании к локальным уплотнениям [7], между ними образуются поры, которые не удастся удалить на заключительных стадиях спекания. В результате уплотнения до высокой плотности не происходит даже при столь высокой температуре обжига. Среди нанопорошков оксида алюминия лучше уплотнялся порошок, прокаленный при 1100 °С. Частицы этого порошка крупнее, поверхность менее развита. В результате этого происходит уменьшение трения между частицами порошка при прессовании, а уменьшение активности к спеканию препятствует образованию локальных уплотнений.

Установлено, что высокоэнергетическое воздействие на формовочную массу, содержащую $\gamma-Al_2O_3$, приводит при спекании к ускорению процесса $\gamma \rightarrow \alpha$ перехода в Al_2O_3 и снижению его температуры на 100-150 °С. Это связано с образованием зародышей $\alpha-Al_2O_3$ при высоких сдвиговых деформациях во время взрывного прессования. Объяснением такого эффекта является быстрая упругая деформация частиц $\gamma-Al_2O_3$ при ударно-волновой обработке. Очень быстро подводимая к прессуемой заготовке энергия рассеивается на тепло и аккумулируется в виде новых поверхностей (наноразмерных трещин), дислокаций и точечных дефектов. Температура в отдельных точках может повышаться до температур, необходимых для образования $\alpha-Al_2O_3$. Ускорению процесса образования $\alpha-Al_2O_3$ способствует возможность локального повышения давления при взрывном прессовании. В результате за короткое время образуются зародыши $\alpha-Al_2O_3$. Согласно эксперименту и проведенному

расчету уровня ударно-волновых нагрузок в порошковых материалах фазовые переходы происходят в диапазоне динамических давлений 0,5-2,5 ГПа.

Микротвердость спеченных образцов из нанопорошков Al_2O_3 достигала 15,9-16,3 ГПа (температура прокаливания 800 и 1100 °С, давление взрывного прессования 4 ГПа, обжиг в вакууме 1,5 часа при 1800 °С). Для сравнения микротвердость керамики из промышленных порошков не превышала 13-14 ГПа.

Исследование уплотнения промышленных порошков и их композиции с бемитом проводили в условиях одноосного статического прессования в диапазоне 50-350 МПа. Как и в случае нанопорошков, **зависимость общей пористости отпрессованных заготовок промышленных порошков и композиций от давления прессования удовлетворительно описывается логарифмическим уравнением А.С. Бережного.** Добавление к порошку глинозема ГК или Г-00 бемита (до 25 мас. %) приводило к уменьшению пористости заготовок на 4-7 %. Наночастицы бемита при прессовании хорошо уплотняются (пористость меньше, чем у композиций) и заполняют пустоты между более крупными частицами порошка глинозема (эффект плотной упаковки). Возможно также, что здесь помимо влияния слоистой структуры бемита реализуется метод использования технологических неорганических связей на основе гидроксидов, создаваемых на поверхности частиц оксидного порошка [8]. Слои гидроксида на первой стадии уплотнения порошка отталкиваются и снижают трение, что позволяет прессовать более плотные заготовки из нанопорошка бемита, а также увеличивать плотность заготовок из промышленных порошков при добавлении в них бемита. После уплотнения на контактах между гидроксильными пленками происходят реакции поликонденсации (полимеризации) с выделением воды и образованием связей - Me-O-Me- (Me – катион металла). Образование таких связей упрочняет заготовку.

При обжиге в заготовках происходит $\gamma \rightarrow \alpha$ переход в Al_2O_3 и, после спекания при температурах 1500 °С и выше образцы всех составов состояли только из корунда (α - Al_2O_3). Повышение давления прессования и температуры способствует спеканию, как промышленных порошков, так и бемита (уменьшается пористость и увеличивается усадка). За счет увеличения плотности заготовки при повышении давления прессования можно получать плотную керамику при более низкой температуре. Влияние армирующей фазы из нанопорошка бемита на процесс спекания композитов зависит от материала матрицы, точнее, от содержания в ней γ - Al_2O_3 . Композиты с матрицей из глинозема ГК спекались хуже. В этом случае матрица состояла преимущественно из корунда и усаживалась относительно мало. Бемит располагался между кристаллами корунда. Большая усадка бемита увеличивала водопоглощение и открытую пористость композиционной керамики. В композиции с глиноземом марки Г-00 наблюдали снижение температуры (для достижения одинаковой пористости образцов) на 50-70 °С (рис. 2). Матрица (из-за высокого содержания γ - Al_2O_3) и армирующая фаза (бемит) усаживались

более равномерно, что способствовало уплотнению керамики. Однако, при этом увеличивается усадка спекаемых образцов, что обычно считают нежелательным.

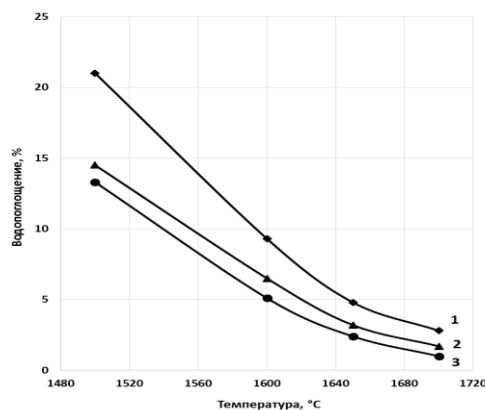


Рисунок 2 – Зависимость водопоглощения образцов разного состава от температуры обжига (давление прессования 100 МПа) 1 – 100 мас. % глинозема Г-00, 2 – 15 мас. % бемита+85 мас. % глинозема Г-00, 3 - 20 мас. % бемита+80 мас. % глинозема Г-00.

Минимум водопоглощения соответствовал составам, содержащим 20 мас. % бемита в исходной шихте (видимо эффект плотной упаковки). В целом прессование и спекание алюмооксидных порошков, содержащих добавки нанопорошка бемита, подчиняется общим закономерностям уплотнения и спекания высокодисперсных порошков. Определены технологические параметры получения плотных керамоматричных алюмооксидных композитов. Изучение трещиностойкости керамики не содержащей бемит показало максимальное значение после обжига при 1600°C, выше которой происходит рост кристаллов корунда в керамике и уменьшение критического коэффициента интенсивности напряжений (K_{Ic}). Это согласуется с общими представлениями о затруднении роста трещин при наличии включений [10]. В качестве таких включений, препятствующих росту трещин, могут быть и введенные в шихту наночастицы бемита, превращающиеся в частицы корунда, и образующие поры между ними. Эволюция структуры керамического композита в процессе трансформации бемита и $\gamma \rightarrow \alpha$ перехода в Al_2O_3 и последующих процессов массопереноса при спекании приводит к получению достаточно плотного композита, в котором имеются близкие к наноразмерным кристаллы корунда (из бемита), между которыми имеются нанопоры. Все эти элементы структуры могут эффективно рассеивать энергию в вершине трещины, тормозя ее передвижение и повышая K_{Ic} . В результате этого трещиностойкость композита, по сравнению с керамикой без бемита, возросла на 36-38 %.

Разрабатываемые материалы использовали для изготовления бронепластин при испытаниях на соответствие классам 5 и 6 (6а) согласно ГОСТ Р 50744-95 пулями калибра 5,45 мм из автомата Калашникова АКС-74 и бронебойно-зажигательными пулями калибра 12,7 мм. Испытания бронепластин пулями из автомата Калашникова и бронебойно-зажигательными показали одинаковые результаты. По сравнению с броневой сталью для одного класса защиты масса

защищаемой поверхности из алюмооксидного композита была примерно в 2,5 раза меньше (42-75 против 105-180 кг/м² соответственно). В соответствии с результатами испытаний, согласно которым материалы различной плотности оказались в одном классе защиты, композиты являются перспективными для изготовления бронепластин.

В процессе термической обработки происходила рекристаллизация материала (рис. 3). Скорость рекристаллизации резко возрастает при температуре выше 1600 °С. Размер кристаллов в образцах из глинозема Г-00 и в композициях с этим глиноземом меньше, за счет меньшего размера исходных частиц глинозема Г-00 (0,8 мкм) по сравнению с глиноземом ГК (2,5 мкм). Для всех исследованных составов независимо от марки глинозема после введения бемита размер зерен меньше, чем без него за счет торможения наночастицами бемита процесса рекристаллизации корунда. Скорее всего, наночастицы способствуют сохранению бесконечного кластера из открытых пор, существование которого препятствует росту кристаллов [9].

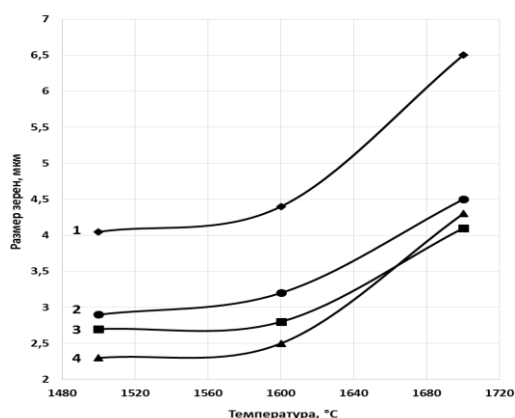


Рисунок 3 – Зависимость среднего размера кристаллов от температуры обжига и состава формуемой массы: 1 – 100 мас. % ГК; 2 – 100 мас. % Г-00; 3 – (20 мас. % бемита + 80 мас. % ГК); 4 – (20 мас. % бемита + 80 мас. % Г-00).

Взрывное прессование позволило значительно повысить плотность заготовок, содержащих наночастицы, что способствовало повышению плотности спеченной керамики. В то же время заготовки, состоящие только из наночастиц бемита, не удалось спечь до высокой плотности без использования внешнего давления. Это удалось сделать при прессовании формовочных масс, состоящих из наночастиц бемита и микроразмерного наполнителя из промышленных порошков Al_2O_3 . Распределение наночастиц между более крупными частицами (микронаполнителем) уменьшает абсолютную величину объемных изменений в пределах микрообъемов, занимаемых наночастицами. В этих микрообъемах объемные изменения не приводят к образованию крупных пор, а способствует сохранению открытых пор между наночастицами. Применение микроразмерного наполнителя в смеси с наночастицами является перспективным методом получения плотных керамоматричных нанокомпозитов с высоким уровнем свойств. Очень важно, что при этом для

формования керамических заготовок можно использовать доступные методы статического одноосного прессования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (Соглашение о предоставлении субсидии №14.613.21.0004 от 22.08.2014 г. Уникальный идентификатор проекта RFMEFI61314X0004).

Список литературы:

1. Беляков, А.В. Проблемы получения плотной нанокерамики / А.В. Беляков // Новые огнеупоры. – 2009. – № 4. – С. 109–115.
2. Патент РФ № 2278077 по заявке на изобретение № 2005121562 от 11.07.2005 г. «Способ получения гидроксидов или оксидов алюминия и водорода» / Мазалов Ю.А., Берш А.В., Иванов Ю.Л. // 20.06.2006.
3. Lee, M. X-ray diffraction for materials research. From Fundamentals to Applications / M. Lee // Oakville; Apple Academic Press, Inc.- 2016. – P.282. ISBN-13: 978-1-77188-299-6 (e Book).
4. ГОСТ 23401-90. Порошки металлические. Катализаторы и носители. Определение удельной поверхности. Издательства стандартов, 1991. – С. 12.
5. Barrett, E.P. The determination of pore volume and area distributions in porous substances. I. Computations from nitrogen isotherms / E.P. Barrett, L.G. Joyner, P.P. Halend // J. Am. Chem. Soc. – 1951. – Vol. 73. – P. 373–380.
6. ГОСТ 2999-75 Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу. Изд-во стандартов, 1987, взамен ГОСТ 2999-59, введение с 01.07.1976, с. 31.
7. Беляков, А.В. Локальные уплотнения при спекании керамики и воспроизводимость структуры / А.В. Беляков, Е.А. Брыгина // Стекло и керамика. – 1998. – № 10. – С. 10–13.
8. Nagaoka, T. Extrusion of alumina ceramics with hydraulic alumina without organic additives / T. Nagaoka, K. Sato, Y. Hotta, T. Tsugoshi, K. Watari // J. Ceram. Soc. Japan. – 2007. – V.115. – P. 191–194.
9. Беляков А.В. Причины аномального роста кристаллов при спекании керамики после начала образования закрытых пор / А.В. Беляков // Стекло и керамика. – 2007. – № 1. – С. 16–20.
10. Рагуля А.В. Консолидированные наноструктурные материалы / А.В. Рагуля, В.В. Скороход // Киев: Наук. Думка. – 2007. – 374 с.

© Берш А.В., Беляков А.В., Ванчурин В.И., Мазалов Д.Ю., Судник Л.В.,
Федотов А.В., 2016

ПРИМЕНЕНИЕ КАРБОРУНДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМАХ ГОНОЧНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Валиева Г.И., Хамидуллин А.Р.

Бакирский государственный университет, г. Уфа

Интенсивное развитие автомобилестроения в XX веке повлекло за собой повышение интенсивности использования транспортных средств, передвижение на расстояния стало быстрым и комфортным, в целом произошло некоторое ускорение жизнедеятельности, но в связи с этим возникли некоторые вопросы, касающиеся безопасности на транспорте. Появившиеся высокоскоростные автомобили затребовали от производителя более совершенную пассивную и активную безопасность. Если за пассивную безопасность отвечает крепкий каркас (кузов) транспортного средства, активная безопасность полностью зависит от тормозной системы.



Рис.1 Тормозной диск,
изготовленный из карбида кремния

Принцип работы тормозных систем основан на трении между функциональными элементами, техническими выполненными в виде барабана или диска с колодками, поэтому данные системы и названы барабанной и дисковой.

Самой распространенной тормозной системой на сегодняшний день является, конечно же, дисковая, поскольку она имеет ряд преимуществ в эффективности торможения, большого ресурса и др.

Основная опасность отказа тормозной системы – это перегрев

диска, в следствие чего происходит потеря трения между колодкой и диском, деформация диска. Поэтому к материалам для производства тормозных систем предъявляют особые требования: они не должны истираться, деформироваться, и должны иметь высокую термостойкость.

Самым распространенным материалом для изготовления тормозных дисков является чугун, относительно недорогой и с хорошими фрикционными свойствами, но он обладает низким порогом максимальной температуры (500-600°C).

Более подходящими к условиям эксплуатации в тормозных системах быстроходных автомобилей являются керамические тормозные диски. Наибольший интерес вызван керамическими тормозными дисками на основе

карбида кремния (карборунда). Такие тормоза оказались намного эффективнее чугунных: они легче на 50%, коэффициент трения выше на 25%, рабочий диапазон температур 1200-1400°C, ресурс выше 10 раз, но их стоимость гораздо выше аналогов.

Самым важным свойством карбидокремниевых тормозных дисков является их прочность при сжатии, поскольку тормозные колодки в ходе процесса торможения воздействуют на диск сжатием.

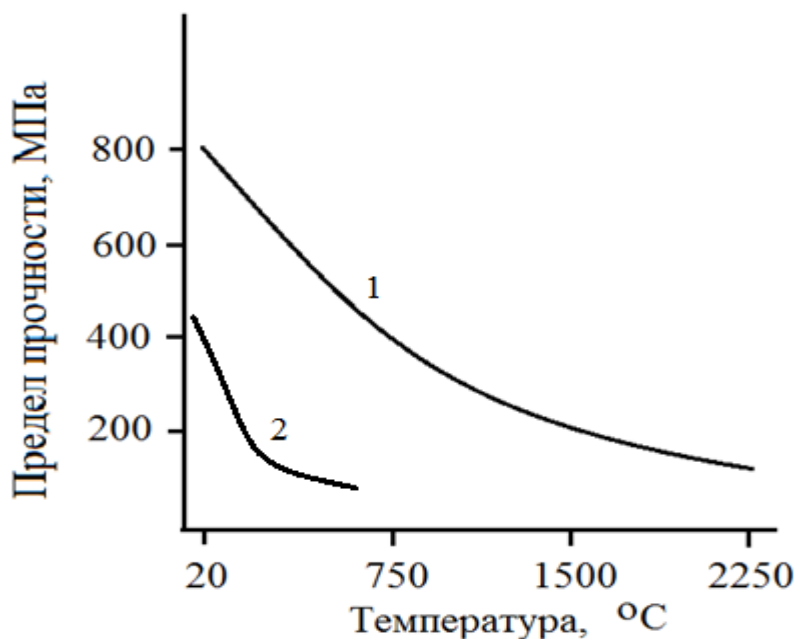


Рис.2 Зависимости предела прочности при сжатии тормозных дисков от температуры: 1 - карбидокремниевый диск, 2 - чугунный диск

Предел прочности при сжатии в зависимости от температуры показан на рис.2:

- при 290 К $\approx$ 800 МПа;
- при 1 000 К $\approx$ 600 МПа;
- при 1 500 К $\approx$ 400 МПа;
- при 2 000 К $\approx$ 160 МПа.

Модуль упругости карбида кремния при данных температурах, соответственно:

- при 290 К $\approx$ 386 ГПа;
- при 1 000 К $\approx$ 373 ГПа;
- при 1 500 К $\approx$ 350 ГПа.

Таким образом, использование тормозных дисков из карбида кремния открывает перспективы более быстрого и, в то же время, безопасного передвижения.

Список литературы:

1. Гнесин Г.Г. Карбидокремниевые материалы. – М.: Металлургия, 1977 г. – 216 с.
2. Weimer, A. W. Carbide, nitride, and boride materials synthesis and processing. — Springer, 1997. — P.115.

© Валиева Г.И., Хамидуллин А.Р., 2016

УДК 547.458.88

ГИДРОГЕЛЕВЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И ПЕКТИНА МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Вильданова Р.Р.¹, Фаянова Е.А.², Сигаева Н.Н.¹, Куковинец О.С.²

¹ Уфимский Институт химии Российской академии наук, г. Уфа

² Башкирский государственный университет, г. Уфа

Разработка биоразлагаемого гидрогелевого материала с использованием биосовместимого сырья является актуальной задачей в современной медицине и смежных областях. Преимуществами полимерных гидрогелей является контролируемая доставка лекарственного препарата непосредственно в орган-мишень и снижение его токсичности за счет постепенного высвобождения из гидрогеля. Кроме того, применяемые биополимеры, используемые в качестве компонентов гидрогеля, обладают собственной биологической активностью, и это положительно сказывается при использовании биополимерных гидрогелей в качестве лечебного средства.

Ранее [1] нами было показано, что при взаимодействии хитозана и гиалуроновой кислоты в физиологическом растворе или фосфатном буфере в зависимости от концентрации и соотношения исходных компонентов выпадает осадок, либо формируется золь. Гидрогели получали на основе модифицированных производных – периодатно окисленной гиалуроновой кислоты и сукцината хитозана. Такие гидрогели образуются с одной стороны за счет формирования полиэлектролитного комплекса, с другой стороны за счет химического взаимодействия аминогрупп хитозана и альдегидных групп гиалуроновой кислоты. Сформированные таким образом гидрогели обладали достаточно высокой механической прочностью и упругостью. Однако в тех случаях, когда от гидрогелей не требуется проявление высокой механической прочности, например, при наружном применении, можно получать их только за счет формирования полиэлектролитного комплекса. Это позволяет заменить один из компонентов – гиалуроновую кислоту на более дешевый полимер – пектин. Кроме того, такая замена приводит к уменьшению количества стадий при получении гидрогеля.

Наиболее простым способом получения гидрогелей за счет формирования полиэлектролитного комплекса является смешение растворов двух полимеров, содержащих функциональные группы, способные взаимодействовать между собой, например, аммонийные у поликатиона и карбоксилатные у полианиона. Так, в данной работе, в качестве исходных компонентов были выбраны

водорастворимый образец хитозана – поликатион и цитрусовый и яблочный пектины, выполняющие роль полианионы (рис. 1).

Молекулярные массы исходных полимеров, определенные методом седиментационного равновесия (M_z), составили для хитозана – 30×10^3 , а пектина – 70×10^3 . Методом титрования определены: для хитозана – степень деацетилирования (количество аминозвеньев) – 75% и для цитрусового пектина – количество звеньев, содержащих карбоксильные группы, в пектине – 20%.

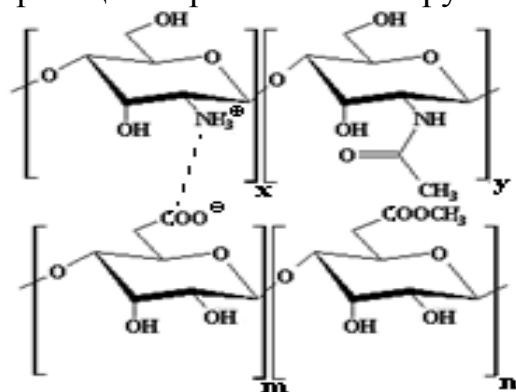


Рис. 1. Схема формирования поперечных связей между макромолекулами хитозана и пектина.

Исследовалось влияние условий формирования на возможность получения гидрогеля. Видно, что имеет значение как концентрация исходных растворов, так и соотношение компонентов, формирующих гель (табл.1).

Таблица 1. Результаты смешения растворов хитозана и пектина в фосфатном буфере (pH = 7.4)

Концентрация хитозана, %	Концентрация пектина, %	Объемное соотношение растворов хитозан : пектин	Наблюдение
0.1	0.1	1 : 1	Раствор
0.5	0.5	1 : 1	Частичное гелеобразование
1	1	2 : 1	Осадок
		1 : 1	-“-
		1 : 2	Полное гелеобразование
		1 : 4	Частичное гелеобразование
4	1	2 : 1	Осадок
		1 : 1	Частичное гелеобразование
		1 : 2	-“-
		1 : 4	Полное гелеобразование

8	2	1 : 2	Частичное гелеобразование
		1 : 4	Полное гелеобразование
8	1	1 : 4	-“-
		1 : 2	-“-

Так, гель формируется, если используются растворы хитозана в диапазоне концентраций от 1 до 8% и цитрусового пектина от 1 до 2%, при этом необходим небольшой избыток (по объему) одного из компонентов, либо равенство их объемов в зависимости от концентрации исходных растворов. Из-за ограниченной растворимости цитрусового пектина в физиологическом растворе использовать концентрации более 2% не представлялось возможным.

Введение сукцинатных групп в макромолекулы хитозана (уменьшение количества аминогрупп с 75% до 10%) блокирует образование геля при смешении растворов цитрусового пектина и сукцината хитозана. Выделения осадка не наблюдается, система остается гомогенной. При сливании растворов сукцината хитозана ($M_z = 120 \times 10^3$), содержащего 20% аминогрупп, с раствором пектина система мутнеет, но гель также не образуется.

Замена цитрусового пектина на яблочный также не приводит к формированию гидрогеля, по-видимому, по причине низкого содержания карбоксильных групп в последнем.

Для исследования набухания полученных гидрогелей в воде их предварительно лиофильно сушили до постоянного веса. Высушенный гель погружали в дистиллированную воду. Степень набухания определяли гравиметрическим методом во времени.

Видно (рис. 2), что чем больше концентрация хитозана или пектина, тем больше степень набухания гидрогеля. По-видимому, это связано увеличением взаимного отталкивания, включенных в сетку геля, одноименно заряженных групп.

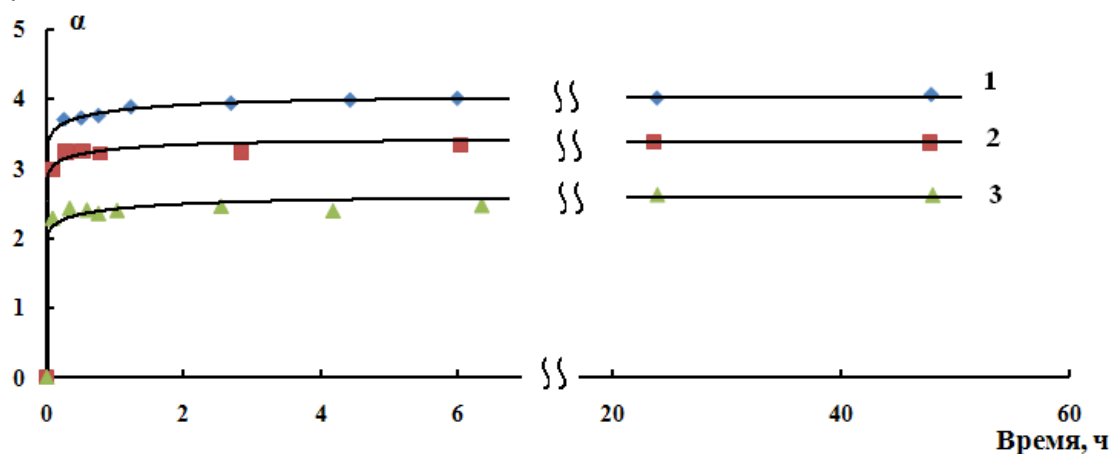


Рис. 2. Кинетические кривые сорбции воды высушенными гелями. Условия получения геля: 1 – 0.2 мл 8% хитозана и 0.8 мл 2% пектина; 2 – 0.2 мл 8% хитозана и 0.8 мл 1% пектина; 3 – 0.2 мл 4% хитозана и 0.8 мл 1% пектина.

Исследовали диффузию митомицина С из гидрогеля. Для этого в раствор пектина вводили 0.1 мл раствора митомицина С, затем добавляли раствор хитозана. Полученный в течение нескольких секунд гидрогель помещали в физиологический раствор (0.9% NaCl в воде) и регистрировали кинетику высвобождения митомицина С по изменению оптической плотности при длине волны 364 нм, что соответствует максимуму поглощения митомицина С. Измерения оптической плотности проводили с помощью УФ-спектрофотометра.

Показано (рис. 3), что в течение первых суток митомицин С высвобождается примерно на 40-45%, остальное количество выделяется с небольшой скоростью примерно в течение месяца.

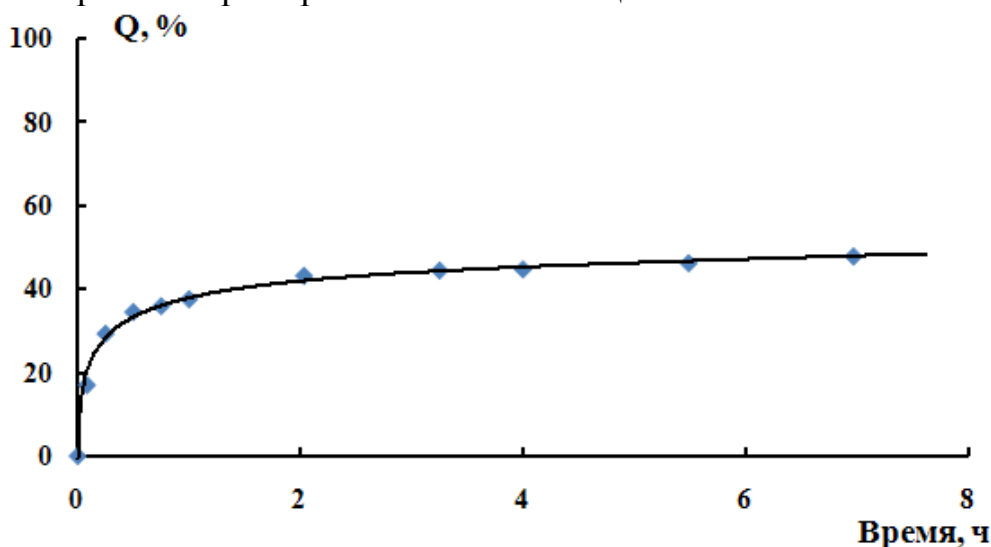


Рис. 3. Кинетика высвобождения митомицина С из гидрогеля, приготовленного смешением 0.2 мл 8% раствора хитозана и 0.8 мл 2% пектина

Таким образом, полученные гидрогели способны пролонгировать высвобождение лекарственного препарата. В дальнейшем предполагается исследовать их возможность применения в офтальмологии.

Выводы:

1. Обнаружено, что формирование полиэлектролитного гидрогеля возможно при смешении растворов хитозана ($M_z = 30 \times 10^3$) со степенью деацетилирования 75% и цитрусового пектина, содержащего 20% карбоксильных групп, в фосфатном буфере (pH = 7.4). Условия гелеобразования зависят концентрации и соотношения исходных биополимеров.

2. Транспортные свойства полиэлектролитного гидрогеля на основе хитозана и цитрусового пектина зависят от соотношения и концентрации растворов исходных биополимеров.

3. Показано, что полученный полиэлектролитный гидрогель на основе хитозана и цитрусового пектина способствует важнейшему для фармакологии свойству – пролонгированию высвобождения митомицина С.

Список литературы:

1. Вильданова Р.Р., Сигаева Н.Н., Куковинец О.С., Власова Н.М., Колесов С.В. Модифицированные гиалуроновая кислота и хитозан для получения гидрогелей // Вестник Башкирского университета. Т. 21. №1. С. 63 – 68.

© Вильданова Р.Р., Фаянова Е.А., Сигаева Н.Н., Куковинец О.С., 2016

УДК 547.458.81

НОЧАСТИЦЫ ИНТЕРПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Гурина М.С., Вильданова Р.Р.

Уфимский Институт химии РАН, г. Уфа

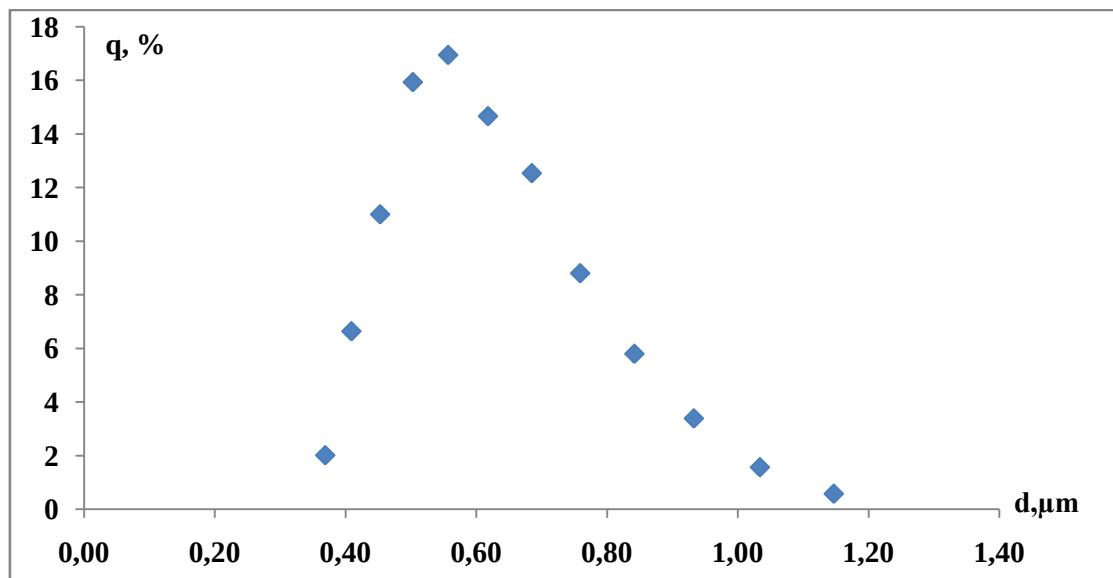
В последние годы в биотехнологии и медицине наблюдается увеличение спроса на новые материалы на основе (био)полиэлектролитных комплексов (ПЭК) (Изумрудов, 2008; Gubbala, 2012).

В качестве объектов исследования использовали водорастворимый хитозан фирмы «Биопрогресс», гиалуроновую кислоту фирмы «Acros». В качестве растворителей – физиологический раствор фирмы «Мосфарм», фосфатный и ацетатные буферы, которые готовили в соответствии с методиками. Характеристическую вязкость образцов исследуемых полимеров определяли методом вискозиметрии с помощью вискозиметра Убеллоде при 25 ± 0.1 °С и рассчитывали M_v по уравнению М-К-Х: $[\eta] = 2.9 \times 10^{-4} M^{0.8}$ для гиалуроновой кислоты в физиологическом растворе и $[\eta] = 1.38 \times 10^{-4} M^{0.85}$ для хитозана в ацетатном буфере.

Водные дисперсии интерполиэлектролитных комплексов (ИПЭК) получали путем смешения растворов хитозана и гиалуроновой кислоты, варьируя рН и состав среды, концентрации исходных компонентов и их соотношения. Условия фазового разделения смесей полиэлектролитов изучали методом турбидиметрического титрования. К раствору хитозана порционно добавляли раствор гиалуроновой кислоты с интервалом прикапывания 5 минут (время, превышение которого не приводит к принципиальному изменению оптической плотности в системе) при 25 ± 0.1 °С. Измерение оптической плотности полученных систем производили на УФ-спектрометре “Shimadzu UV-VIS-NIR 3100” для длине волны 600 нм и толщине поглощающего слоя 1 см. Результат титрования представлен в виде зависимости оптической плотности раствора A от мольного соотношения компонентов z : $z = [R-COOH] / [R-NH_2]$, где $[R-COOH]$ – молярная концентрация остатков D-глюкуроновой кислоты макромолекул гиалуроновой кислоты, $[R-NH_2]$ – молярная концентрация D-глюкозаминовых звеньев макромолекул хитозана.

Средний размер частиц ИПЭК ХТЗ – ГК при $z = 0.028$ составляет порядка 500 нм. Увеличение содержания полианиона ГК в реакционной смеси (увеличение z) приводит к увеличению размеров частиц до 1000 нм и увеличению доли крупных частиц.

При выдержке в течение 1 месяца диссоциация микрочастиц не наблюдалась, их средний размер при $z = 0.028$ не изменился и составил 500 нм, при этом наблюдается незначительное увеличение доли частиц больших размеров. Из полученных данных следует, что в изучаемых системах происходят процессы агрегации во времени.



© Гурина М.С., Вильданова Р.Р., 2016

УДК 53.086

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Дехтярь Т.Ф.

*Башикирский государственный университет, Стерлитамакский филиал,
г. Стерлитамак*

Углеродные нанотрубки (УНТ) – это протяжённые цилиндрические структуры диаметром от одного до нескольких десятков нанометров и длиной до нескольких сантиметров, состоящие из одной или нескольких свёрнутых в трубку графеновых плоскостей и заканчивающиеся обычно полусферической головкой, которая может рассматриваться как половина молекулы фуллерена [1]. Нанотрубки бывают разной формы: одностенные и многостенные, прямые и спиральные, с открытыми и закрытыми концами.

Известны различные методы получения (УНТ).

Разрядно-дуговой метод по сей день остается одним из самых популярным. В этом методе для получения углеродных нанотрубок использует термическое распыление графитового электрода в плазме дугового разряда, горящей в атмосфере гелия. Этот метод, лежащий также в основе наиболее эффективной технологии производства фуллеренов, позволяет получить нанотрубки в количестве, достаточном для детального исследования их физико-механических свойств. Образующиеся нанотрубки имеют длину порядка 40 мкм. Они нарастают на катоде перпендикулярно плоской поверхности его

торца и собираются в цилиндрические пучки диаметром около 50 мкм. Пространство между пучками нанотрубок заполнено смесью неупорядоченных наночастиц и одиночных нанотрубок. Содержание нанотрубок в углеродном осадке (депозите) может приближаться к 60%.

Продукты распыления содержат, наряду с частицами графита, также некоторое количество фуллеренов, осаждающихся на охлажденных стенках разрядной камеры, а также на поверхности катода, более холодного, чем анод. Для разделения компонентов полученного осадка используется ультразвуковое диспергирование [2].

УНТ можно получить методом химического осаждения из пара при пропускании углерода (чаще всего ацетилена) над кобальтом или никельсодержащим катализатором при температуре 600 – 800 °С.

Метод лазерной абляции заключается в обстреле помещенной в вакуумную камеру графитовой мишени импульсным лазером. Выбитый лазерным импульсом углерод оседает на близко расположенную холодную подложку в виде нанотрубок. Добавляя в мишень разные катализаторы, применяя одновременно несколько лазеров с разной длиной волны излучения, можно добиться получения разных видов нанотрубок [3].

Сравнительно недавно разработан эксклюзивный низкотемпературный термокаталитический метод синтеза углеродных многослойных нанотрубок, который основан на пиролизе углеродсодержащих газов (метан, пропан, бутан, оксид и диоксид углерода). Достоинства этого метода заключаются в том, что пиролиз углеродсодержащих газов не требует столь высоких температур, какие необходимы для испарения графита, не связан с большими затратами энергии, может быть реализован при использовании дешевого углеводородного сырья в обычных химических аппаратах. Отличие данного метода синтеза многослойных углеродных нанотрубок от существующих методов заключается в выборе параметров процесса и в точных расчетах химических и теплофизических процессов. В синтезе используется твердофазный никелевый катализатор, процесс происходит во всем объеме стационарного слоя катализатора при температурах, близких к 700 °С. Процесс образования углеродных нанотрубок может сопровождаться получением чистого водорода и особо чистой воды. Данный метод позволяет получать углеродные нанотрубки практически без примесей других форм углерода (более 98%-ной чистоты в пределах чувствительности методов анализа), что исключает стадии выделения и очистки и значительно снижает стоимость продукта. Никакими другими известными в настоящее время методами нельзя получать углеродные многослойные нанотрубки такой высокой степени чистоты без стадии очистки (обработка кислотой при повышенных температурах, отжиг и т.п.) от других форм углерода [4].

Углеродные многослойные нанотрубки характеризуются очень высокой твердостью и коррозионной стойкостью (нерастворимы ни в царской водке, ни в концентрированных щелочных растворах). Их можно использовать для изготовления торцевых уплотнительных колец для компрессоров,

перекачивающих агрессивные жидкости и газы. Большая поверхность нанотрубок обеспечивает их высокую адсорбционную способность. Они эффективно поглощают сероводород, диоксид серы, меркаптаны, дисульфиды, диоксины, хлор, фтор, аммиак и др.

Многослойные углеродные нанотрубки, получаемые по низкотемпературному термокаталитическому методу, могут быть использованы для создания высококачественных композиционных материалов и устройств различного назначения.

Список литературы:

1. Елецкий А.В. Углеродные нанотрубки и их эмиссионные свойства. // Успехи физических наук. – 2002. – Т. 172, № 4. – С. 401.
2. S. Iijima, Helical microtubules of graphitic carbon, Nature (London) – 1991. – № 354(7), p. 56 – 58.
3. Дьячков П.Н. Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применения. М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 293 с.
4. Томишко М.М., Демичева О.В., Алексеев А.М., Томишко А.Г., Клинова Л.Л., Фетисова О.Е. Многослойные углеродные нанотрубки и их применение // Российский химический журнал. – 2008. – Т. LII, № 5. – С. 39.

© Дехтярь Т.Ф., 2016

УДК 53.086

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИТНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРОВ АКРИЛОНИТРИЛА

Дехтярь Т.Ф.

*Башкирский государственный университет, Стерлитамакский филиал,
г. Стерлитамак*

Передовые отрасли промышленности и строительства за последнее время освоили немало принципиально новых технологий, большая часть которых связана с инновационными материалами. Обычный пользователь мог заметить проявление данного процесса на примере стройматериалов с включением композитов. Также в автомобилестроении внедряются карбоновые элементы, повышающие эксплуатационные качества спорткаров. И это далеко не все направления, где задействуются углепластики, основой для которых выступают углеродные волокна.

Углеродное волокно – материал, состоящий из тонких нитей диаметром от 5 до 15 мкм, образованных преимущественно атомами углерода, которые объединены в микроскопические кристаллы, выровненные параллельно друг другу. Выравнивание кристаллов придает волокну большую прочность на растяжение. Разнообразие областей применения углеродных волокон обусловлено широким спектром их характеристик. Углеродным волокнам

присущи экстремально высокие значения модуля упругости и прочности, химическая и термическая стойкость, низкий коэффициент линейного термического расширения, специфические трибологические свойства, повышенные (по сравнению с другими волокнами) тепло- и электропроводность и ряд других ценных свойств. Комплекс полезных характеристик углеродных волокон определяется природой исходного материала и разнообразием структурных особенностей [1].

Широко используются прекурсоры на основе полиакрилонитрила (ПАН), обладающего рядом преимуществ, таких как образование регулярных циклических структур при нагревании (процесс термостабилизации), высокий выход по углероду, экономическая выгода. Однако процесс термостабилизации протекает бурно и неконтролируемо, что затрудняет использование гомо-ПАН в качестве прекурсора для углеродного волокна с улучшенными свойствами.

Данная проблема может быть решена с помощью использования сополимеров акрилонитрила или композитов на основе ПАН. Введение сополимеров позволяет улучшить прядимость растворов, снизить температуру и тепловой эффект процесса стабилизации. Композиты на основе ПАН позволяют увеличить теплопроводность прекурсора. Наиболее популярным наполнителем при этом являются многостенные углеродные нанотрубки.

Углеродные нанотрубки – это протяжённые цилиндрические структуры диаметром от одного до нескольких десятков нанометров и длиной до нескольких сантиметров, состоящие из одной или нескольких свёрнутых в трубку графеновых плоскостей и заканчивающиеся обычно полусферической головкой, которая может рассматриваться как половина молекулы фуллерена. Нанотрубки бывают разной формы: одностенные и многостенные, прямые и спиральные, с открытыми и закрытыми концами. Многостенные (multi-walled) нанотрубки отличаются от одностенных значительно более широким разнообразием форм и конфигураций. Разнообразие структур проявляется как в продольном, так и в поперечном направлении. Для многостенных углеродных нанотрубок выделяют структуры трех типов: структура типа «русской матрёшки» (russian dolls) представляет собой совокупность коаксиально вложенных друг в друга цилиндрических трубок; другая разновидность этой структуры представляет собой совокупность вложенных друг в друга коаксиальных призм; наконец, последняя напоминает свиток (scroll). Реализация той или иной структуры многостенных нанотрубок в конкретной экспериментальной ситуации зависит от условий синтеза. Анализ имеющихся экспериментальных данных указывает, что наиболее типичной структурой многостенных нанотрубок является структура с попеременно расположенными по длине участками типа «русской матрёшки». При этом «трубки» меньшего размера последовательно вложены в трубки большего размера [2].

Многостенные углеродные нанотрубки (МСУНТ) обладают уникальными механическими свойствами и большой теплопроводностью, а также оказывают положительное влияние на механические свойства как волокна прекурсора, так и финального продукта. Использование (МСУНТ) оказывает решающее

влияние на основные параметры процесса термоокислительной стабилизации, а наличие в составе сополимера карбоксильных групп приводит к снижению температуры начала процесса и более активному окислению образца [3]. Введение углеродных нанотрубок оказывает существенное влияние на процесс термоокислительной стабилизации пленок на основе гомо-полиакрилонитрила и двойных сополимеров, изменяя структуру и теплопроводность, и заметно подавляя окисление.

Список литературы:

1. Мелешко А.И., Половников С.П. Углерод, углеродные волокна, углеродные композиты - М.: «САЙНС-ПРЕСС», 2007. – 192 с.
2. Елецкий А.В. Углеродные нанотрубки и их эмиссионные свойства. // Успехи физических наук. – 2002. – Т. 172, № 4. – С. 401.
3. Гвоздик Н.А. Влияние углеродных нанотрубок на процесс термостабилизации композитных пленок на основе сополимеров акрилонитрила // Материалы XXIV Менделеевской конференции молодых ученых. – Волгоград. – 2014. – С. 90.

© Дехтярь Т.Ф., 2016

УДК 546

НАНОРАЗМЕРНЫЙ ВЕРМИКУЛИТ ДЛЯ СОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Ильясова Р.Р., Массалимов И.А., Ахунов Р.А., Силантьева Ю.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Последние годы – это время интенсивного развития научных исследований в области нанотехнологий, применения достижений нанохимии для решения экологических проблем. В частности, разработка новых современных сорбентов для очистки промышленных сточных вод от ионов меди (2+).

Авторами изучены сорбционные свойства наноразмерного вермикулита по отношению к ионам Cu (II).

Вермикулит $(\text{Mg}^{+2}, \text{Fe}^{+2}, \text{Fe}^{+3})_3 [(\text{Al}, \text{Si})_4 \text{O}_{10}] \cdot (\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – природный минерал, в РФ добывается в Красноярском крае, Мурманской области, на Урале. Вермикулит высокой степени дисперсности получен из природного и предоставлен сотрудниками ГУ «Научно-исследовательский технологический институт гербицидов и регуляторов роста растений с опытно-экспериментальным производством» АН РБ и представляет собой: измельченные образцы природного вермикулита, полученные с помощью ударно-центробежной мельницы Alpine Z-160 (образец 1), а также с помощью планетарной мельницы LE-101 (образец 2).

Авторами установлены оптимальные условия сорбционного концентрирования катионов меди (2+): температура – 20 °С; время

установления сорбционного равновесия – 35 минут; pH процесса – 6,9; масса сорбента – 1, 5 г.

При оптимальных условиях эксперимента степени извлечения ионов Cu (2+) на наноразмерном вермикулите составили для иона Cu (2+) на образце 1 – 94,4%; на образце 2 – 99,7%.

Видно, что вермикулит высокой степени измельчения, полученный с использованием планетарно-шаровой мельницы эффективнее по сорбционным свойствам.

Таким образом, сорбционные свойства изученных типов вермикулита зависят от степени измельчения и типа мельницы, в которой произошло измельчение частиц.

© Ильясова Р.Р., Массалимов И.А., Ахунов Р.А., 2016

УДК 546

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АСПАРАГИНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО ВЕРМИКУЛИТА

Ильясова Р.Р., Массалимов И.А., Юнусова А.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Известно, биогенные аминокислоты в тканях растений активно расходуются на синтез белков, гормонов и других необходимых веществ, особенно на стадии роста и развития растений [1].

Авторами изучено влияние модифицированного высокодисперсного вермикулита, полученного в результате сорбционного концентрирования «металла жизни» - иона Cu (II) на содержание аминокислоты аспарагина с целью оптимизации его содержания на этапе прорастания семян фасоли зерновой.

Вермикулит $(Mg^{+2}, Fe^{+2}, Fe^{+3})_3 [(Al, Si)_4 O_{10}] \cdot (OH)_2 \cdot 4H_2O$ – природный минерал. Добывается в Татарстане, на Урале, в Мурманской области и т.д. Авторами вермикулит модифицирован с помощью концентрирования катионов Cu (II) на его поверхности и испытан в качестве питательного вещества на этапе прорастания семян фасоли зерновой. Качественный и количественный анализ аспарагина проведен методом тонкослойной хроматографии.

Расчет содержания аминокислот на хроматограммах осуществлен с помощью компьютерной программы «Rossling medical», позволяющей рассчитать содержание аминокислот в зависимости от площади пятна исследуемого вещества на ТСХ-пластинке.

Установлено, что при соблюдении следующих условий сорбционного концентрирования катионов Cu (II) на природный вермикулит:

- 1) соотношение массы вермикулита к объему растворов солей – 1,5 – 2 г на 25 мл раствора соли;
- 2) pH сорбции – 6,0-6,5;
- 3) время контакта фаз – 35 минут;

4) температура – 20 °С

наблюдаются пятна аспарагина наибольшего размера, а значит, и наибольшее их содержание.

В результате при вышеуказанных оптимальных условиях сорбции катионов Cu (II) на вермикулит, содержание аспарагина в вытяжке семян фасоли увеличилось в 5-6 раз по сравнению с контрольным опытом, где в качестве питательного вещества для ускорения прорастания семян использовался природный вермикулит без модифицирования.

Таким образом, можно рекомендовать высокодисперсный вермикулит в качестве питательного вещества на этапе прорастания семян фасоли зерновой.

Список литературы:

1. <http://www.activestudy.info/rost-rastenij-i-aminokislotnyj-obmen/>

© Ильясова Р.Р., Массалимов И.А., Юнусова А.В., 2016

УДК 544.64:544.032.4

СИНТЕЗ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ НАНОПРОВОЛОК В ПОРАХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ

Козловский А.Л.¹, Шлимас Д.И.¹, Здоровец М.В.^{1,2,3}

¹*Институт ядерной физики Республики Казахстан, Алматы, Казахстан*

²*УрФУ им. Первого Президента РФ Б.Н. Ельцина,
Екатеринбург, Российская Федерация*

³*НИЯУ МИФИ, Москва, Российская Федерация*

Синтез металлических, в том числе и магнитных, наноразмерных материалов является одним из наиболее привлекательных научных направлений, не только с точки зрения фундаментальных исследований, но и как сфера создания практических решений на низкоразмерном уровне начиная от электроники, компьютерной техники и средств связи до биотехнологий [1-3]. Наноразмерные структуры имеют важное значение не только потому, что они позволяют миниатюризировать устройства, но и потому, что материалы, сконструированные на наноуровне показывают свойства, отличающиеся от макроразмерных объектов. Наиболее широко используемым методом синтеза является электрохимическое осаждение, позволяющее эффективно управлять физическими и химическими характеристиками синтезируемых наноструктур при одновременной высокой степени контроля процесса, что в свою очередь может быть способом управления морфологическими параметрами наноструктур. Учитывая перспективы практического применения магнитных нанообъектов, важной задачей становится установление взаимосвязи их состава, морфологии и кристаллической структуры с основными магнитными параметрами и наличием магнитной текстурой.

В данной работе представлен результат применения электрохимического осаждения для синтеза нанопроволок из сплава железа и никеля в порах

трековых мембран на основе пленок полиэтилентерефталата (ПЭТФ) марки Hostaphan® толщиной 12 мкм. Пленки ПЭТФ облучались на ускорителе ДЦ-60 быстрыми тяжелыми ионами криптона с энергией 1,75 МэВ/нуклон и флюенсом $4,0 \times 10^7 \text{ см}^{-2}$. Посредством химического травления этих треков в растворе 2,2М NaOH были получены поры с диаметрами 400 ± 5 нм. Катод создавался методом магнетронного напыления меди толщиной 500 нм на одну сторону мембраны. Осаждение железа и никеля велось в потенциостатическом режиме при разности потенциалов 1,5 В из электролита: $\text{NiSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ (110 г/л), $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ (110 г/л), $\text{NiCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ (5 г/л), H_3BO_3 (25 г/л), $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ (3 г/л). Степень заполнения пор металлом контролировалась хроноамперометрическим методом.

Изучение состава электроосажденных железо-никелевых наноструктур проводилось на растровом электронном микроскопе (РЭМ) Hitachi TM3030, с системой энергодисперсионного анализа (ЭДА) Bruker XFlash MIN SVE.

Рентгеновские исследования проведены на дифрактометре D8 ADVANCE с использованием CuK_α -излучения и графитового монохроматора. Режим работы трубки: 40 кВ, 40 мА. Дифрактограммы записывали в диапазоне углов 2θ 10° – 90° , шаг 0.02° .

Параметры полученных массивов наноструктур Fe/Ni контролировали с привлечением растровой электронной микроскопии. Учитывая, что полученные наноструктуры локализованы несколько ниже уровня поверхности шаблона, для их вскрытия частично или полностью растворяли полимерные матрицы в растворе гидроксида натрия при температуре 50°C в течение 1 ч. На рисунке 1 представлены РЭМ-изображения наноструктур, освобожденных от шаблонных матриц. Анализ изображений показал, что наноструктуры представляют собой массив нанопроволок высотой 12 мкм, равной толщине шаблона, и диаметром 400 ± 5 нм, равным диаметру пор шаблонных матриц.

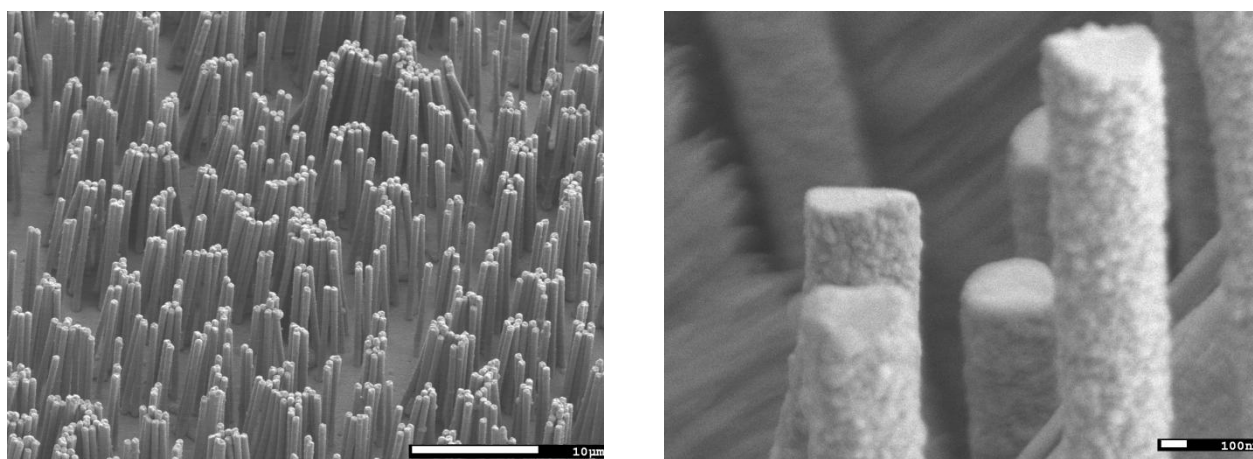
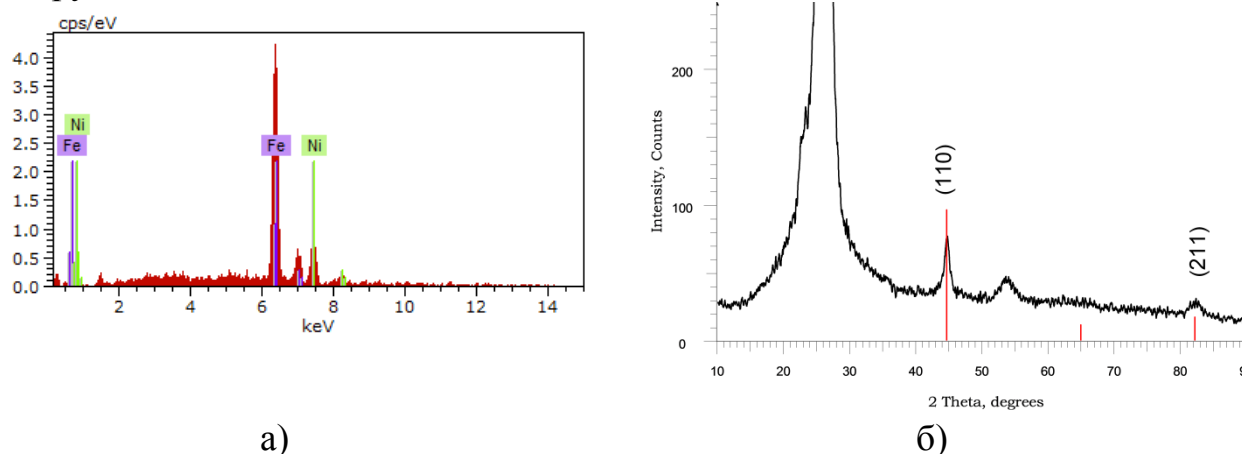


Рисунок 1. РЭМ – изображения исследуемых Fe/Ni нанопроволок

Атомное соотношение металла в нанопроволоках, полученных в результате электрохимического осаждения, исследовалось с привлечением энергодисперсионного анализа (ЭДА). Анализ спектров позволил установить, что полученные нанопроволоки состоят из атомов железа на 76% и 24% атомов

никеля, наличие оксидных примесей в спектре представленном на рисунке 2а не обнаружено.



а)
Рисунок 2. а) Энергодисперсионный спектр Fe/Ni нанопроволок;
б) Рентгеновская дифрактограмма Fe/Ni нанопроволок

Для определения фазового состава Fe/Ni нанопроволок было проведено рентгенодифрактометрическое исследование. При этом на дифрактограмме исследуемого образца наблюдались малоинтенсивные пики, характерные для дифракции на наноразмерных объектах (рисунок 2б). В результате установлено, что исследуемые образцы однофазны, с ОЦК структурой с параметром кристаллической решетки отличающимся от эталонного значения. Первый и третий максимумы соответствуют объемноцентрированной кубической структуре α -Fe (пространственная группа $Im\bar{3}m$) с индексами Миллера (110) и (211). Гало пик и средний максимум на дифрактограмме появляется из-за особенности изготовления шаблонных матриц, связанной с пленкой ПЭТФ. В таблице 1 представлены данные параметров кристаллической решетки и средние размеры кристаллитов, рассчитанные по уравнению Шерера (1).

$$\tau = \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta}, \quad (1)$$

где $k = 0,9$ - безразмерный коэффициент формы частиц (постоянная Шерера), $\lambda = 1,54 \text{ \AA}$ - длина волны рентгеновского излучения, β - полуширина рефлекса на полувысоте (FWHM) and θ – угол дифракции (угол Брегга).

Таблица 1. Рентгенодифрактометрические данные Fe/Ni нанопроволок

An gle 2 θ °	d value, Å	Inten sity, Counts	(hkl)	a, Å	FWHM, degrees	L, нм
44 .780	2.0 2227	76.1	110	2.861 5	0.836	10,21
82 .450	1.1 6886	30.4	211		1.139	

Поскольку полученное значение параметра оказалось несколько больше значения для стандартного образца железа, а радиус атома Fe больше радиуса атома Ni, то можно предположить, что наблюдаемая фаза является твердым раствором замещения никеля в железе.

Анализ мессбауэровских данных показал, что среднее значение сверхтонкого поля H_n возрастает с увеличением числа атомов Fe в ближайшем окружении линейно. Замещение одного атома Ni на атом Fe приводит к увеличению сверхтонкого поля на $\Delta H_n = 20.11 \pm 0.5$ кЭ, при этом, в рамках сделанных предположений о линейной корреляции сверхтонких параметров, сдвиг мессбауэровской линии практически не меняется ($\Delta\delta = 0.005 \pm 0.005$ мм/с), а квадрупольное смещение уменьшается ($\Delta\varepsilon = -0.023 \pm 0.005$ мм/с).

При восстановлении распределения $p(H_n)$ сверхтонкого магнитного поля варьировалось соотношение интенсивностей средних линий $I_{2,5}$ всех парциальных зеемановских секстетов к внешним его линиям $I_{1,6}$. В результате было получено значение $I_{2,5}/I_{1,6} = 0.58 \pm 0.01$, которое близко к значению $2/3$, характерному для равновероятного пространственного распределения направления сверхтонкого поля на ядре ^{57}Fe (а значит и магнитного момента атома Fe).

Таким образом, с помощью мессбауэровской и рентгеновской спектроскопии было установлено, что фазовый состав системы соответствует твердому раствору замещения никеля в железе. При данных условиях электрохимического осаждения были получены образцы с равновероятным пространственным распределением направления векторов магнитных моментов доменов. Данное исследование показало перспективность использования наноструктур на основе никеля и железа в разработках наноэлектроники.

Список литературы:

1. Yen S.K., Padmanabhan P., Selvan S.T. Multifunctional iron oxide nanoparticles for diagnostics, therapy and macromolecule delivery. // *Theranostics*. – 2013. – V.3. – P.986–1003.
2. Kalska-Szostko B., Orzechowska E., Wykowska U. Organophosphorous modifications of multifunctional magnetic nanowires. // *Colloids Surfaces B Biointerfaces*. – 2013. – V.111. – P.509–516.
3. Safi M., Yan M., Guedeau-Boudeville M. A., Conjeaud H., Garnier-Thibaud V. Interactions between magnetic nanowires and living cells: Uptake, toxicity, and degradation. // *ACS Nano*. – 2011. – V.5. – P.5354–5364.

© Козловский А.Л., Шлимас Д.И., Здоровец М.В., 2016

ХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ КОМПОЗИТОВ НАНОЧАСТИЦ СЕРЫ И КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ

Латыпов Р.Н., Самсонов М.Р., Массалимов И.А.
Башкирский государственный университет, г. Уфа
samsonov_marat@mail.ru

Элементная сера и карбонаты щелочноземельных металлов имеют важное значение для жизнедеятельности человека на протяжении многих лет, а с развитием нанотехнологий появились новые перспективные направления применения их в виде наночастиц. Наночастицы карбоната кальция привлекают внимание исследователей из-за отсутствия токсичности и широкого спектра полезных свойств. Синтезированные наночастицы карбоната кальция в форме арагонита являются биологически совместимыми и, потому перспективны для применения при лечении сломанных костей и разработки передовых лекарственных и противораковых препаратов.

К настоящему времени разработаны многочисленные методы выделения многих видов неорганических наночастиц, имеющих важное практическое применение. В работах, посвященных синтезу наночастиц различной химической природы, обычно рассматриваются методы получения одного вида наночастиц. В данной работе приводится способ одновременного осаждения в водной среде двух видов наночастиц (серы и карбоната щелочноземельного металла) в одной реакции химического осаждения.

В данной работе предлагается простой в исполнении и универсальный метод химического осаждения наночастиц карбоната кальция и серы из раствора полисульфида кальция полученного в [1,2], барботированием последних углекислым газом.

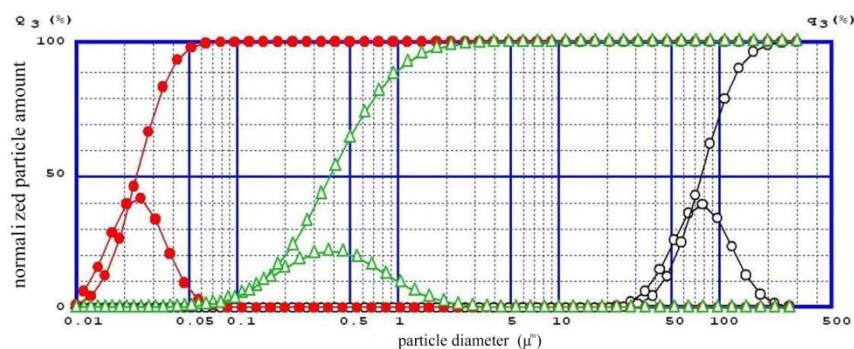


Рис.1. Интегральные и дифференциальные распределения частиц карбоната кальция, полученные из полисульфидов пропусканием через раствор углекислого газа с соляной кислотой, наблюдаемые сразу после образования частиц (кривая ●), после первого укрупнения (кривая Δ) и после второго укрупнения (кривая ○).

На рис. 1 приведены интегральные и дифференциальные распределения частиц серы по размерам после отделения частиц карбоната кальция. На

первом этапе образуются первичные наночастицы со средними размерами 20 нм, которые устойчивы в течение определенного (10-15 минут) времени, затем наночастицы начинают собираться в более крупные частицы (агрегаты) с размерами в диапазоне от 80 нм до 200 нм. Агрегаты с размерами от 80 нм до 200 нм постепенно (в течение 6-7 часов) укрупняются и образуют агломераты в диапазоне от 30 мкм до 250 мкм. Было выявлено, что использование ультразвукового диспергатора дает возможность расщеплять агломераты частиц серы субмикронных и микронных размеров в исходные частицы размерами 20 нм.

Таким образом, в работе показано, что действием диоксида углерода на растворы полисульфида кальция установлено протекание реакции с образованием коллоидных частиц серы и карбонатов кальция. Обнаружено, что во всех случаях вначале синтезируются частицы серы и соответствующего карбоната с размерами около 20÷25 нм, которые в дальнейшем укрупняются с осаждением композита, состоящего из частиц серы и карбоната.

Наряду с измерением размеров частиц были проведены исследования физико-химических характеристик методами РФА и ИК-спектроскопии. В результате установлено, что структурные характеристики наносеры и нанокarbonатов незначительно отличаются от аналогичных для их макроскопических частиц. В связи с этим представляло интерес изучить такие свойства полученных образцов, которые целиком определяются только их наноструктурой. В качестве таковых для исследования мы выбрали гидрофобные и биологические свойства.

Измерениями угла смачивания и биологических свойств показано, что в результате химического осаждения из раствора полисульфида кальция осаждается композиция из наночастиц серы и карбоната кальция, обладающая гидрофобными свойствами. Это обстоятельство делает его привлекательным для защиты от влаги компонентом в изделиях.

Экспериментами по проращиванию зерен было установлено, что композиция из наночастиц серы и карбоната кальция, обладает биологически активными свойствами, которые проявляются в виде ускорения роста побегов и корней пшеницы при проращивании зерен пшеницы (см. рис.2).

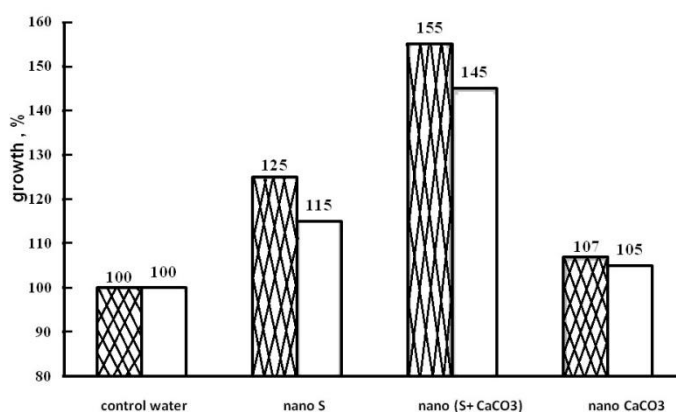


Рис. 2. Зависимость длины побегов (■) и корешков (□) зерен пшеницы от состава раствора для наночастиц серы и карбоната кальция

Таким образом, установлено, что композиция из наночастиц серы и карбоната кальция в отличие от массивных частиц обладает гидрофобными и биологически активными свойствами.

Список литературы:

1. Massalimov I.A., Ilyasova R.R., Musavirova L.R., M.R. Samsonov, Mustafin A.G. The use of micronized and nanosized hematite goethite as a sorbent of heavy metals. *Journal of Applied Chemistry*, 2014, v.87, №10, pp 705-713.
2. Massalimov I.A., Ilyasova R.R., Samsonov M.R., Mustafin A.G. Recovery of heavy metal ions with calcium peroxide microparticles. *Journal of Applied Chemistry*, 2016, v.89, №3, pp. 306-310.

© Латыпов Р.Н., Самсонов М.Р., Массалимов И.А., 2016

УДК 539.23

ПРИМЕНЕНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК ПРОИЗВОДНЫХ PANI

Муллагалиев И. Н., Сафаргалин И. Н., Салихов Р.Б.

Бакирский государственный университет, г. Уфа

Производство современных электронных компонентов переходит на наноразмерный уровень. Отработка процессов производства столь малых элементов и поиск новых материалов для них остаются актуальными задачами. Полупроводниковая электроника – это современное направление науки и технологии, связанное с созданием электронных устройств, базовыми элементами которых являются органические тонкопленочные (полевые) транзисторы, солнечных батарей и сенсоров [1].

В работе получены тонкие пленки производных полианилина (PANI) испарением в вакууме из эффузионной ячейки (ячейки Кнудсена) и методом центрифугирования. Особенности получения пленок из ячейки Кнудсена. Длина цилиндрической камеры 25 мм, внутренний диаметр 4 мм, а рабочая температура варьировалась в диапазоне 400-650 К. Температура распыления 500-550К, обеспечивает максимальную проводимость пленки полианилина. Полимерная пленка наносилась на зазор между алюминиевыми контактами на стеклянной подложке.

Так же пленки были получены методом центрифугирования из раствора. Стеклянная подложка с контактами алюминия помещается на ротор. Раствор с полианилином наносится на зазор и стеклянная подложка раскручивается. Напыление из ячейки Кнудсена и метод центрифугирования позволяют получать тонкие пленки в пределах 100-300 нм.

В работе были исследованы температурные зависимости вольтамперных характеристик тонких пленок полианилина, и проведена оценка их

электрофизических параметров по методике, приведенной в работах [2-3]. Были также исследованы сенсорные способности тонких пленок производных PANI. Все образцы реагируют на влажность воздуха и повышение температуры. Тонкая пленка одной из производных PANI реагировала на пары аммиака в воздухе.

Список литературы:

1. Salikhov R.B., Yusupov A.R., Lachinov A.N., Rakhmееv R.G., Gadiev R.M., Salazkin S.N. Chemical sensors based on nano-polymer films // Measurement Techniques. 2009. Т. 52. № 4. С. 427-431.
2. Салихов Р.Б., Лачинов А.Н., Бунаков А.А. Перенос заряда в тонких полимерных пленках полиарилефталидов // ФТТ. 2007. Т. 49. № 1. С. 179-182.
3. Бунаков А.А., Лачинов А.Н., Салихов Р.Б. Исследование вольт-амперных характеристик тонких пленок полидифенилефталидов // ЖТФ. 2003. Т. 73. №5. С. 104-108.

© Муллагалиев И. Н., Сафаргалин И. Н., Салихов Р.Б., 2016

УДК 666.695

РЕОЛОГИЯ ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ ДЛЯ ЯЧЕИСТЫХ ИЗДЕЛИЙ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ С НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМ МОДИФИКАТОРОМ

Нелюбова В.В., Пальшина Ю.В., Либерова А.В., Безродных А.А.

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
г. Белгород*

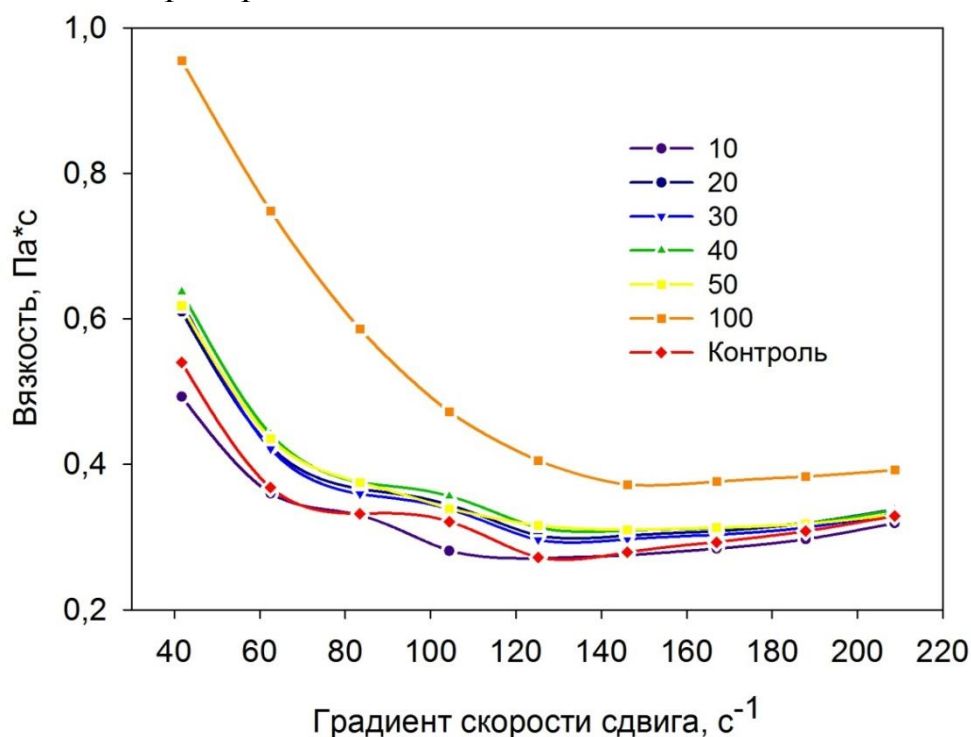
Процессы доавтоклавногo структурообразования материалов автоклавногo твердения являются важнейшими в формировании эксплуатационных характеристик. Именно в этот период закладывается прочность изделий, которая напрямую зависит от ряда факторов: макроструктуры композитов (пористости); прочности сырца – в случае прессованных, межпоровых перегородок – в случае ячеистых материалов; влажности смеси и многогo другого.

В технологии прессованных изделий существенное значение приобретают количественный и вещественный состав сырьевых компонентов, в частности, концентрации извести в смеси. Однако, внесение изменений в существующую технологию в данном случае сопряжено с существенными трудностями, что связано с тем, что основной связующий компонент автоклавных материалов – известь – входит в состав смешанного (известково-кремнеземистогo) вяжущегo. Введение в состав прессованных изделий дополнительно добавок различного состава, как правило, приводит к повышению их физико-механических свойств [1, 2]. Ранее работами, проведенными в БГТУ им. В.Г. Шухова, доказана эффективность использования наноструктурированного модификатора (НМ) силикатного состава на основе песка в качестве компонента материалов

автоклавного твердения [3–5]. В настоящей работе использован модификатор на основе гранита. Более высокая активность НМ алюмосиликатного состава на основе гранита [6] предопределяет положительные результаты при его использовании в качестве активной добавки при получении прессованных изделий автоклавного твердения. При этом конечные свойства материалов будут зависеть только от процессов фазообразования, определяемых составом сырьевых компонентов как в доавтоклавный период, так и в процессе автоклавирования.

Производство качественного ячеистого композита автоклавного твердения в отличие от прессованных изделий в большей степени зависит от технологических параметров, таких как водотвердое отношение, температура смеси и окружающей среды, дисперсности компонентов. Все эти показатели влияют, в первую очередь, на реологию ячеистобетонной смеси, что приводит к изменению кинетики газовыделения и вспучивания массивов до требуемых размеров и соответствующей плотности. В связи с этим в работе изучались реотехнологические особенности ячеистобетонных смесей различного состава в присутствии наноструктурированного модификатора алюмосиликатного состава на основе гранита.

Для доказательства влияния состава формовочной смеси на вязкость и, как следствие, процессы доавтоклавного структурообразования в работе были изучены реологические свойства формовочной смеси (без газообразующего агента) при нормальной (комнатной) температуре и температуре выдержки массивов (40 ± 2 °C). Изучение реологии смесей производилось с использованием прибора Rheotest RN 4.1.



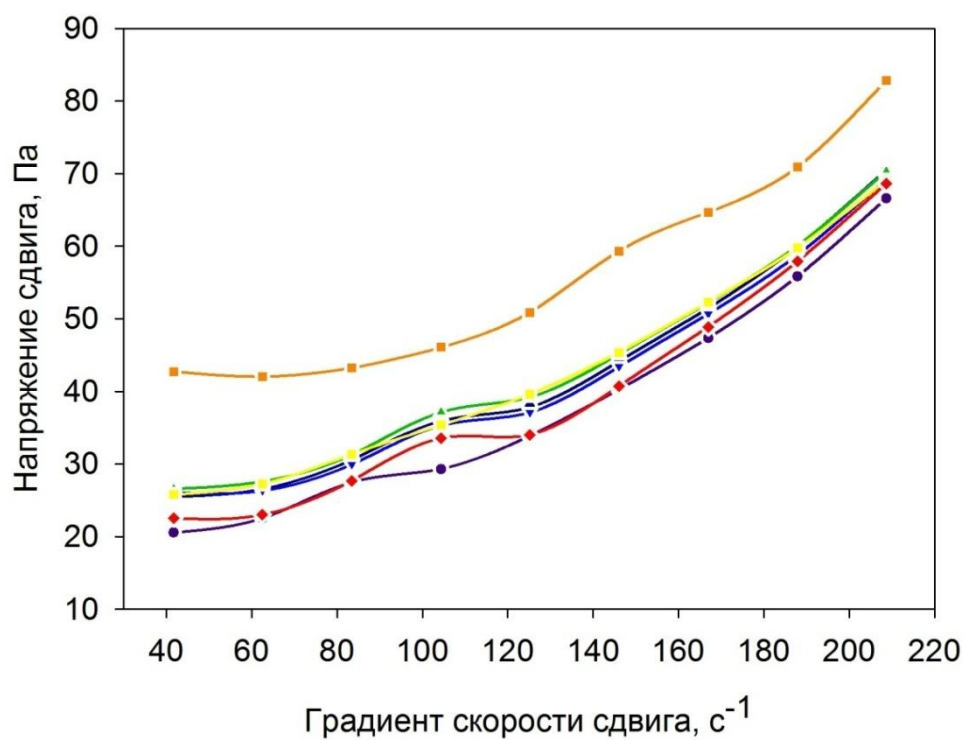
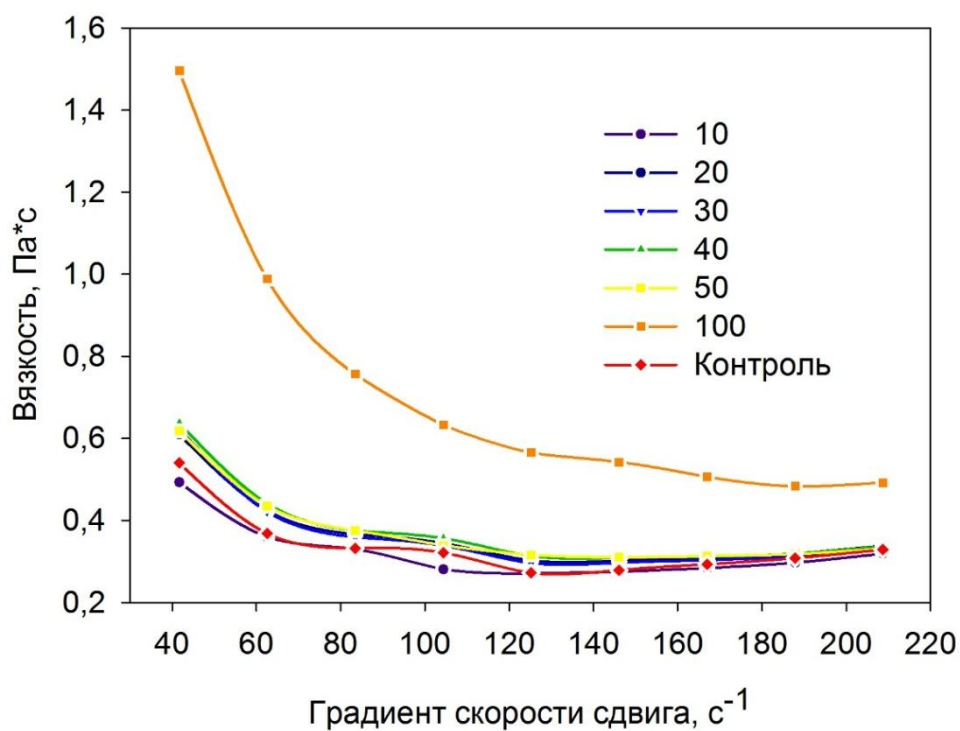


Рисунок 1. Реограммы смесей в зависимости от состава при нормальной температуре



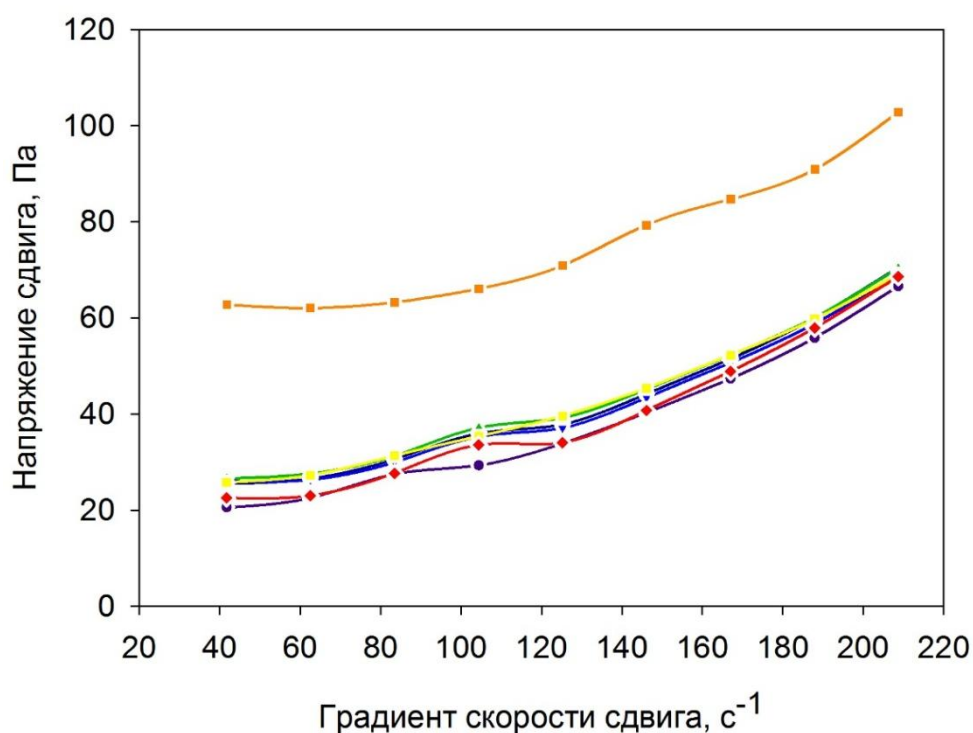


Рисунок 2. Реограммы смесей в зависимости от состава при температуре созревания массивов (40 ± 2 °C)

Согласно полученным данным (рис. 1, 2) использование наноструктурированного модификатора не изменяет характер течения кривых независимо от температуры съемки: при увеличении градиента скорости сдвига наблюдается равномерное снижение вязкости до минимального значения. При содержании модификатора более 20 % при нормальной температуре отмечается увеличение начальной вязкости системы на 10–20 % (рис. 1). При этом конечная вязкость системы для всех составов с содержанием модификатора в диапазоне 10–50 % практически совпадает со значениями аналогичного показателя для контрольного состава.

Образцы с полным исключением цемента из состава отличаются существенно более высокой начальной и конечной вязкостью системы: в 1,8 раз и в 1,2 раза соответственно по сравнению с контрольным составом (рис. 3.10). В общем случае повышение вязкости систем независимо от состава связано с увеличением содержания тонкодисперсной фракции твердых частиц в составе модификатора. Введение таких компонентов приводит к формированию плотноупакованной системы, состоящей из более крупных частиц кремнеземного заполнителя (шлама), между которыми располагаются дисперсные частицы остальных сырьевых компонентов (известь, НМ). Таким образом, образуется прочная коагуляционная структура композита, что обуславливает некоторое увеличение вязкости.

Увеличение температуры съемки реограмм не влияет на общее поведение системы (рис. 2). Наблюдается равномерное падение общей вязкости смеси наряду с увеличением приложенной нагрузки. Значение вязкости для составов с содержанием модификатора от 0 до 50 % практически не изменяется. Однако,

образцы с полным исключением цемента из состава отличаются повышенными значениями вязкости по сравнению с данными, полученными при нормальной температуре. Так, прирост вязкости в данном случае составляет 1,5 раза по сравнению с образцами без цемента при нормальной температуре и в 3 раза по сравнению с контрольными материалами независимо от температуры съемки. Это связано с интенсификацией процессов, протекающих в системе «известь – модификатор – вода».

При нормальной температуре взаимодействие извести с кремнеземсодержащими компонентами затруднено. Увеличение температуры среды приводит к формированию условий, в которых возможно первичное взаимодействие $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и наноструктурированного модификатора: происходит связывание продуктов гидратации извести и тонкодисперсной высокоактивной алюмосиликатной фракции гранитного НМ. В результате взаимодействия формируется сетка первичных новообразований, что и приводит к загущению системы. Однако, прочность указанных контактов невелика, поэтому увеличение нагрузки, прилагаемой к системе, приводит к ее разрушению, что выражается падением вязкости в 3 раза по сравнению с начальным значением.

Таким образом, показано, что использование наноструктурированного модификатора в составе формовочных смесей будет способствовать интенсификации процессов газообразования, вспучивания и в конечном итоге структурообразования материалов в доавтоклавный период. Это обусловлено оптимизацией гранулометрического состава и реотехнологических свойств смесей в целом за счет введения высокоактивного тонкодисперсного кремнеземсодержащего компонента, а также образованием прочной коагуляционной структуры за счет формирования первичных новообразований в результате взаимодействия извести и наноструктурированного модификатора.

Работа выполнена в рамках реализации Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова.

Список литературы:

1. Володченко А.Н. К вопросу комплексного использования сырья для производства автоклавных силикатных материалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 7-1. С. 9–13.
2. Володченко А.Н. Особенности взаимодействия магнезиальной глины с гидроксидом кальция при синтезе новообразований и формирование микроструктуры // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. № 2. С. 51–55.
3. Нелюбова В.В., Строкова В.В., Павленко Н.В., Жерновский И.В. Строительные композиты с применением наноструктурированного вяжущего на основе сырья различных генетических типов // Строительные материалы. 2013. № 2. С. 11–15.
4. Нелюбова В.В., Строкова В.В., Алтынник Н.И. Ячеистые композиты автоклавного твердения с использованием наноструктурированного модификатора // Строительные материалы. 2014. № 5. С. 44–47.

5. Строкова В.В., Череватова А.В., Павленко Н.В., Мирошников Е.В., Шаповалов Н.А. Оценка эффективности применения наноструктурированного вяжущего при получении легковесных композитов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. № 4. С. 48–51.

6. Нелюбова В.В., Строкова В.В., Осадчий Е.Г., Подгорный И.И., Шаповалов Н.А. Механоактивация как способ управления процессами структурообразования на различных уровнях // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 3. С. 7–9.

© Нелюбова В.В., Пальшина Ю.В., Либерова А.В., Безродных А.А., 2016

УДК 62

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА КАК СПОСОБ КОМПАУНДИРОВАНИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

Рукомойников А.А., Абдеев Э.Р.

Бакирский государственный университет, г. Уфа

alex.rukomoinikov@yandex.ru

Ключевые слова: электричество, электрогидравлический эффект, нефтехимические продукты, компаундирование.

С истечением времени электричество привлекало внимание умы людей. Некоторых оно пугало. Так называемая борьба за «электричество» между Томасом Эдисоном и Николой Тесла, когда Никола Тесла доказал наличие не только постоянного тока, но и переменного (1884-1888). Вот вопрос, чем же был опасен переменный ток и почему его так боятся люди и по сей день? Т. Эдисон проводил опыты и доказал, что переменный ток смертельно опасен на примере гибели животных, заснял и затем широко распространил в прессе кадры казни переменным током слонихи, затоптавшей трех людей в 1903 году. А если погибают животные, следовательно, будут и гибнуть люди.

Но наука не стоит на месте, в России занимались изучением шаровой молнии и, даже больше того, была гипотеза ее приручить. Еще ранее **трагический случай произошел в 1753 году в Санкт-Петербурге**. Известный в научных кругах человек, профессор Георг Вильгельм Рихман (1711-1753), получил в ненастную погоду опытным путем шаровую молнию, которая его убила. Страх снова поселился в сознании людей и изучение, так называемой природной молнии, остановилось. Большой скачек науки в области электричества произошел в период 1945-1987 гг. в России.

Большой вклад в развитие данной отрасли внес советский ученый Лев Александрович Юткин. В апреле 1950 года начинается основной этап научной и изобретательской деятельности Л.А.Юткина и Л.И.Гольцовой.

С 15 апреля 1950 г., даты приоритета их заявки на изобретение

«Способ создания высоких и сверхвысоких давлений» – исчисляется и приоритет открытия электрогидравлического эффекта (ЭГЭ), часто называемого теперь, эффектом Юткина, и начинается отсчёт развития нового направления в науке и технике – электрогидравлики.

С 1950 года Л.А.Юткиным и Л.И.Гольцовой были поданы сотни заявок на изобретения, получены авторские свидетельства на изобретения более 200 электрогидравлических способов и устройств, применяемых в самых разнообразных отраслях техники и хозяйства.

В 1955 году в Ленинграде вышла в свет первая в мире книга, посвящённая открытию ЭГЭ и его промышленному применению – «Электрогидравлический эффект» Л.А.Юткина. С опубликования этой книги, ставшей вскоре всемирно известной, начинаются повсеместные исследования ЭГЭ и его применений в технике в СССР и за рубежом.

В 50-60-х годах Л.А.Юткин постоянно выступал с лекциями о своём открытии, в том числе и в Московском политехническом музее, и убедил многих, что с помощью ЭГЭ можно раскалывать, бурить и дробить твёрдые горные породы, штамповать металлы, эффективно обрабатывать многие другие материалы.

В течение четверти века Л.А.Юткин последовательно возглавлял ряд авторских научных лабораторий в Ленинграде, занимавшихся исследованиями открытого им ЭГЭ. Сначала это были маленькие заводские лаборатории. А в 1955 году в Ленинградском политехническом институте ему впервые дали крохотную авторскую лабораторию, со штатом в три человека. Именно там и были созданы все первые электрогидравлические (ЭГ) установки, о которых скоро заговорил весь мир. Ведь, в лаборатории Л.А.Юткина не было ни одного дня без отечественных или иностранных посетителей. В специальных книгах учёта посещений - более тысячи фамилий.

В 1959 году решением Совета министров СССР была организована специализированная Межотраслевая лаборатория ЭГЭ. Усилиями Л.А.Юткина был построен специальный корпус МЛЭГЭ, сформирован ряд отделов, начались широкие исследования и разработка ЭГ-технологий и ЭГ-оборудования[5].

Он изучал на протяжении многих лет взаимодействие электричества и воды. Для получения качественных результатов электрогидравлического эффекта ученый потратил порядка 15 лет своей жизни.

Направленность нашего изучения электричества берет начало от метода электрогидравлического эффекта Л.А. Юткина.

Основной **целью** нашей работы является: разработка метода достижения однородности физико-химических характеристик, в любом элементарном объеме получаемого в нефтехимических продуктах и обеспечение максимально возможного проявления заложенных в их составе ценных свойств по средствам электрогидравлического эффекта.

Дальнейшие перспективы нашего учения зависят от ряда поставленных **задач**:

1. Анализ существующих способов смешения нефтехимических продуктов;
2. Разработка и обоснование способов электрогидравлического воздействия на растворы;
3. Анализ теоретических и экспериментальных исследований основных свойств и характеристик нефтехимических продуктов;
4. Обзор учебной и периодической литературы и видео материала;
5. Экспериментальное исследование процесса электрогидравлического эффекта.

Существует несколько способов смешения нефтехимических продуктов:

- 1) Механический, при котором перемешивание осуществляют различными вращающимися устройствами;
- 2) Барботажный или пневматический, происходит пропусканием газа через слой жидкости;
- 3) Гидравлический, производится смешением потоков при их совместном движении в канале или при перекачивании перемешиваемых сред насосом. Используемые для процесса перемешивания аппараты называют смесителями.
- 4) Электрогидравлический, смешение растворов будет происходить за счет электрогидравлического эффекта.

Основные особенности процесса электрогидравлического эффекта заключаются в создании высокой мгновенной мощности, высокой скорости распространения ударных волн, вследствие чего жидкость в смесителе подвергается одинаковым деформирующим усилиям во всем объеме одновременно. Это обеспечивает отсутствие застойных зон в рабочем пространстве смесителя, благодаря чему качество смешения оказывается более высоким, чем в случае использования других типов механических смесителей.[6]

Несмотря на недостатки схемы электрогидравлического эффекта Л.А. Юткина — необходимость изготавливать защитное устройство для высоковольтного оборудования и значительные габариты этого оборудования — данные смесители обладают помимо отмеченных выше еще рядом преимуществ простотой регулировки процесса, отсутствием вращающихся частей, возможностью вести процесс, как в периодическом, так и непрерывном режиме (Рис.1).

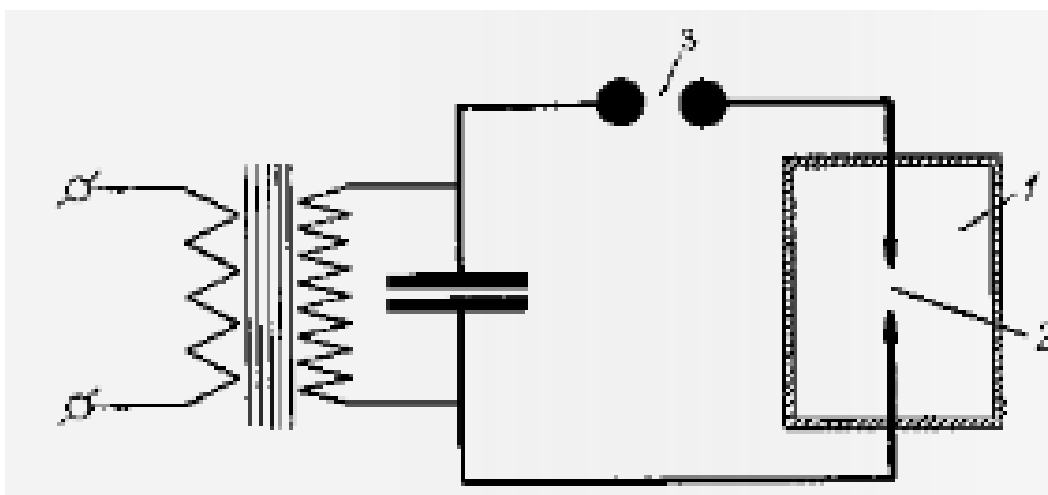


Рис.1. Схема установки с добавочным искровым промежутком:

1-ванна с жидкостью; 2-основной искровой промежутком;
3-добавочный искровой промежутком.

В жидкой среде произойдет электрический пробой, тем самым появляется высокое давление и так называемые пузырьки. Именно они и будут способствовать смещению растворов (рис.2).

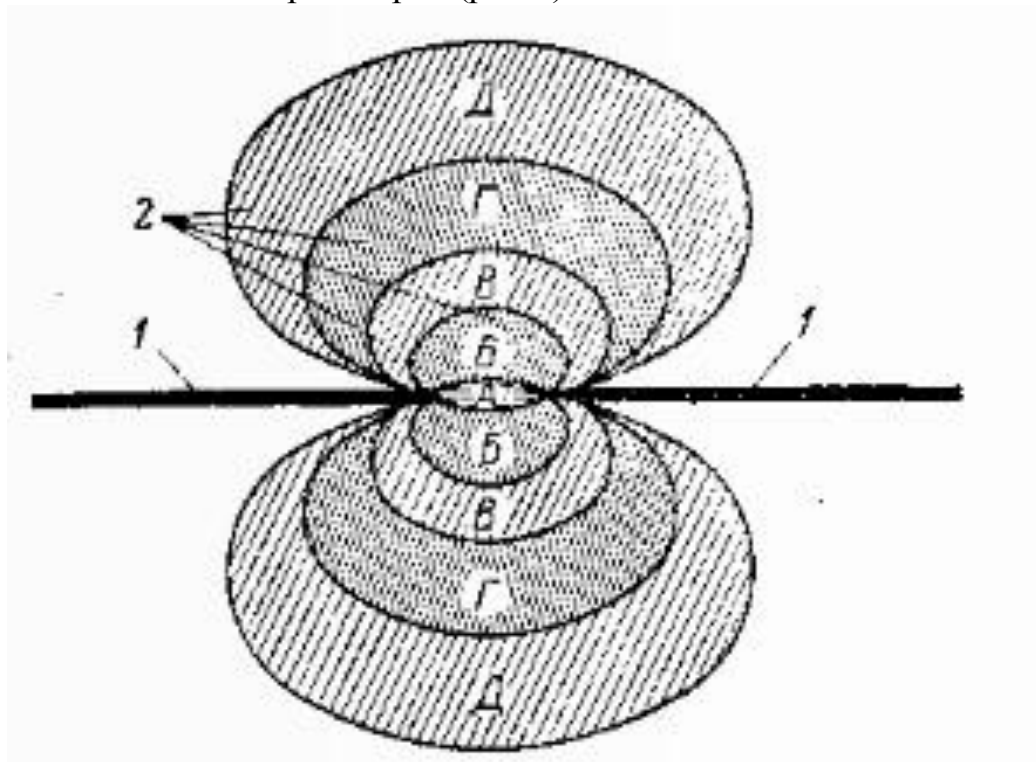


Рис.2. Схема формы и расположение зон давления вокруг искрового разряда в начальный период

1-электроды; 2-зоны давления.

Прежде чем заниматься смещением нефтепродуктов стоит разобраться в их свойствах.

Свойства нефтепродуктов: склонность к образованию смол, кокса и других отложений, совместимость с другими материалами.

Электрические свойства нефтепродуктов: по физическим свойствам нефть и нефтепродукты являются диэлектриками. Электрическое сопротивление заземляющих контуров и устройств от проявления статистического электричества не должно превышать 100 Ом.

На основании вышеизложенного, данная работа актуальна в связи со склонностью нефтепродуктов к образованию отложений, которая в дальнейшем нуждается в компаундировании.

Список литературы:

1. Юткин Л.А. – ЭГЭ и некоторые возможности его применения, ЛДНТО, Ленинград, 1959г., 16 стр

2. Юткин Л.А., Электрогидравлический эффект. МАШГИЗ, 1955., 50 стр. [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.calameo.com/read/00103816437eded116375> (Дата обращения: 17.03.2016).

3. В.В. Маер – Кумулятивный эффект в простых опытах, «Наука», Москва, главная редакция физико-математической литературы, 1989г., 194 стр.

4. Константинов И. Юный техник, август 1957 год. №8

5. Биография Л.А.Юткина [Электронный ресурс]. URL: <https://sites.google.com/site/yutkin1911/biografia-l-a-utkin> (Дата обращения: 26.04.2016).

6. Методология повышения надежности машин и оборудования нефтегазового комплекса на основе реорганизации процесса его эксплуатации, Шаяхметов В.В., Абдеев Р.Г., Нефтегазовое дело, 2011, Т9, №3, 77-89с.

© Рукомойников А.А., Абдеев Э.Р., 2016

УДК 620.3

НАНОКРИСТАЛЛЫ

Федоров Э.А., Гурьянова В.Р., Фархутдинов Д.Ф.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Нанокристалл - объект междисциплинарной области фундаментальной и прикладной науки и техники, занимающаяся новаторскими методами (в сферах теоретического обоснования, экспериментальных методов исследования, анализа и синтеза, а также в области новых производств) получения новых материалов с заданными нужными свойствами на микроуровне.

Согласно исследованиям Мичиганского университета, нанокристаллом можно считать любой наноматериал, по крайней мере с одним измерением 100 нм.

Нанокристаллы делятся на два типа: идеальный и реальный.

Идеальный нанокристалл — это трёхмерная частица совершенной структуры, лишенная всех дефектов строения, скорее это математический

объект, имеющий полную, свойственную ему симметрию, идеально гладкие грани и т. д. Идеальный нанокристалл (кристалл) является теоретической моделью, широко используемой в теории твёрдого тела.

Любой материал с размерами меньше, чем 1 микрометр, т.е., 1000 миллимикронов, должен упоминаться как наночастица, но не нанокристалл. Например, любую частицу, которая показывает области кристалличности, нужно назвать наночастица или наногруппа в зависимости от количества измерений в пространстве. В случае трехмерного расположения атомов в пространстве элемента твёрдого вещества логично вытекает название — нанокристалл.

Данные материалы представляют огромный технологический интерес. Многие из их электрических и термодинамических свойств показывают сильную зависимость размера и могут поэтому использоваться через осторожные производственные процессы.

Реальный нанокристалл всегда содержит различные дефекты, неровности на гранях и пониженную симметрию вследствие воздействия окружающей среды. Реальный нанокристалл вообще может не обладать кристаллографическими гранями, но у него сохраняется главное свойство — закономерное положение атомов в решётке.

Основной отличительный признак свойств кристаллов в том числе и нанокристаллов — их анизотропия, то есть зависимость их свойств от направления, тогда как в изотропных (жидкостях, аморфных твёрдых телах) или псевдоизотропных (поликристаллы) телах свойства от направлений не зависят. Перспективы применения нанокристаллов являются целой научной отраслью. Нанокристаллы имеют большой технологический потенциал, так как многие их электрические и термодинамические свойства зависят от их размеров, и, следовательно, могут контролироваться во время технологического процесса.

Область применения нанокристаллов зависит от их свойств, последние же определяются реальной структурой нанокристаллических материалов. Например, все полупроводниковые свойства некоторых нанокристаллов (на основе которых создаётся точная электроника и, в частности, компьютеры) возникают именно за счет наличия примесей и дефектов в структуре решётки нанокристалла.

Изучением структурного состояния нанокристаллов занимается структурная кристаллография, основанная на дифракционных методах исследования.

Нанокристаллы используют для производства активных элементов электролюминисцентных панелей, флуоресцентных маркеров различных биологических объектов, нанокристаллических солнечных батарей.

Так, ярким примером научного прогресса засчет использования новейших нанокристаллов может являться применение нанокристаллов оксида титана Ti_3O_4 для создания оптического носителя информации, в 500 раз более емкого, чем самые современные оптические носители - диски Blu-ray.

Команда японских ученых под руководством Шин Иши Окоши (Shin-ichi Ohkoshi) из Токийского университета впервые продемонстрировала материал, изменяющий свои проводниковые свойства под действием лазерного излучения. Этот тип перехода из одного состояния в другое является наиболее удобным для создания готовых устройств на его основе.

В своей работе ученые показали, что нанокристаллы оксида титана, получаемые из коммерчески доступного оксида TiO_2 отжигом в атмосфере водорода, переходят под действием ультрафиолетового излучения из состояния металлической проводимости электричества в полупроводниковый. Если же на такие кристаллы подействовать вновь ультрафиолетом с немного более короткой длиной волны, то нанокристаллы возвращаются в исходное, "металлическое" состояние.

По оценкам специалистов, им удастся добиться плотности хранения данных в 1 терабит на квадратный дюйм (примерно 6,5 квадратных сантиметра), что в 500 раз превышает плотность записи на дисках Blu-ray.

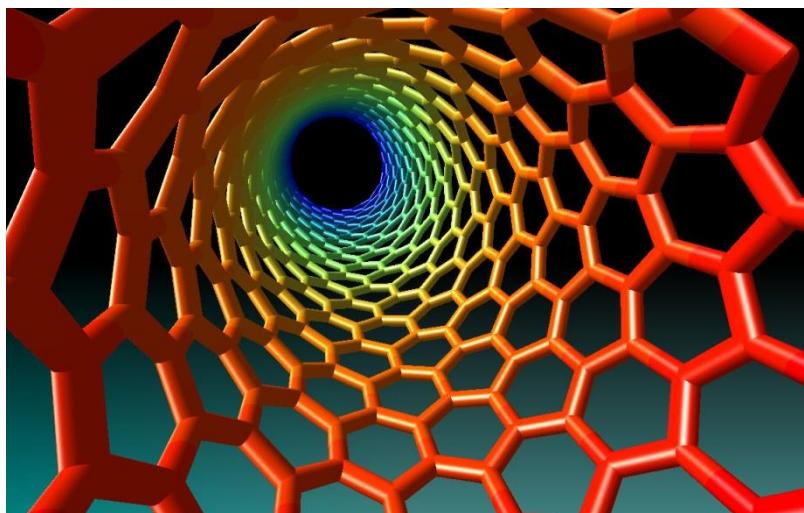


Рис.1. Нанокристаллы оксида титана Ti_3O_4

Таким образом, учитывая широкую область применения и высокий потенциал, изучение структурного состояния нанокристаллов и их использование востребовано в мировом сообществе и считается перспективным направлением в области нанотехнологий.

Список литературы:

1. Fahlman, B. D. Materials Chemistry; Springer: Mount Pleasant, MI, 2007; Vol. 1, pp 282–283.
2. К. Жоаким, Л. Плевел, Нанонауки. Невидимая революция. - М.: КоЛибри, 2009. С.157
3. Ohkoshi, S., Einaga, Y., Fujishima, A. & Hashimoto, K. Nanocrystal research. Nature Chemistry 473, 245–249, 2010.

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОКРИСТАЛЛОВ $Y_3Fe_5O_{12}$ МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ И ИХ МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА

Шагманов А.Т., Гурьянова В.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

В последнее время одним из ведущих направлений в современном материаловедении стал синтез нанокристаллов с заданными свойствами и создание функциональных материалов на их основе. Иттриево-железистый гранат $Y_3Fe_5O_{12}$ является наиболее известным представителем феррит-гранатов. Этот ферритмагнетик широко используется как магнитный материал в радиотехнике, электронике, автоматике, вычислительной технике и т.д. [2]

Вызывает большой интерес синтез нанокристаллов $Y_3Fe_5O_{12}$ методом химического осаждения, определение параметров кристаллической решетки, плотности и размера кристаллов и исследование их магнитных свойств.

Нанокристаллы $Y_3Fe_5O_{12}$ синтезировали методом совместного осаждения гидроксидов иттрия и железа (III) в кипящей воде, используя в качестве исходных веществ водные растворы солей YCl_3 и $Fe(NO_3)_3$, взятые в необходимых соотношениях, и водный раствор аммиака. Растворы солей смешивали непосредственно перед осаждением, затем охлаждали до комнатной температуры и добавляли водный раствор аммиака в количестве, необходимом для полного осаждения катионов Y^{3+} и Fe^{3+} . После введения аммиака осадки фильтровали, промывали и высушивали при комнатной температуре до постоянной массы. Нанокристаллы $Y_3Fe_5O_{12}$ получали прокаливанием полученного осадка в муфельной печи при температуре 1000 °С в течение 4 ч. Фазовый состав образцов определяли методом рентгенофазового анализа (дифрактометр ДРОН-4, $C_{\alpha}K_{\alpha}$ -излучение) с точностью 1% от межплоскостных расстояний. Структурные характеристики кристаллов определяли из данных рентгеновской дифракции. Магнитные свойства образцов исследовали на вибрационном магнетометре при комнатной температуре. [1]

Таким образом, методом химического осаждения получены нанокристаллы $Y_3Fe_5O_{12}$. После отжига синтезированных методом химического осаждения синтеза образцов при 1000 °С образуются кристаллы $Y_3Fe_5O_{12}$ со средним размером частиц порядка 40 нм, параметром кристаллической решетки $a = 1,2327 \pm 0,0009$ нм, плотностью $5,24 \pm 0,01$ г · см⁻³. [5,6] Установлено, что уменьшение размера частиц, образовавшихся нанопорошков $Y_3Fe_5O_{12}$, приводит к уменьшению параметра кристаллической решетки и их намагниченности насыщения.[4,3]

Список литературы:

1. Рабкин Л. И. Ферриты. Строение, свойства и технология производства / Л. И. Рабкин, С. А. Соскин, Б. Ш. Эпштейн. Л.: Ленингр. Отд-ние изд-ва «Энергия», 1986. — 384 с.

2. Смит Я. Ферриты: Пер. с англ. / Я. Смит, Х. Вейн. — М.: Изд-во иностр. лит. 1862. — 504 с.
3. Кринчик Г. С. Физика магнитных явлений / Г. С. Кринчик. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. — 367 с.
5. Булатова А. Н. Влияние состава и условий синтеза на магнитные свойства и структуру замещенных феррит-гранатов / А. Н. Булатова, В. В. Смирнов // Физика и химия обработки материалов. 2008. №5. С. 61—64.
4. Методы получения наноразмерных материалов. — Екатеринбург.: Изд-во УрГУ, 2007. — 77 с.
5. Гусев. А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 416 с.
6. Белов К. П. Физика и химия ферритов / К. П. Белова, Ю. Д. Третьяков. — М.: МГУ. — 1973. — 303 с.

© Шагманов А.Т., Гурьянова В.Р., 2016

СЕКЦИЯ VII ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ И ПРОФСТАНДАРТЫ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

УДК 37.013

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАУЧНЫМИ ПРОЕКТАМИ

Абдеев Э. Р., Узакбаева А. Б.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Ключевые слова: управление научными проектами, теории решения изобретательских задач, проектное управление.

Проект - это ограниченное по времени целенаправленное изменение отдельной системы с установленными требованиями к качеству результатов, возможными рамками расхода средств и ресурсов и специфической организацией.

Анализ многочисленных определений понятия "проект" позволяет выделить признаки проекта, основными из которых являются следующие: наличие изменений, целенаправленность, уникальность, временные ограничения продолжительности проекта, бюджетные ограничения, ограничения на обеспечение ресурсами и специфическая организация.

С учётом различных определений понятия "управление проектом", наиболее полно содержание понятия "управление проектом" представлено в следующих определениях:

- управление проектом представляет собой методологию организации, планирования, руководства и координации человеческих и материальных ресурсов на протяжении жизненного цикла проекта (проектного цикла), направленную на эффективное достижение его целей путём применения системы современных методов, техники и технологий управления для достижения определённых в проекте результатов по составу и объёму работ, стоимости, времени и качеству;

- управление проектом - прямая, межпрофессиональная корпорация процессов планирования, управления и принятия решений при межпрофессиональной постановке задач;

- управление проектом включает планирование, организацию, мониторинг и контроль всех аспектов проекта в ходе непрерывного процесса достижения его целей. [2]

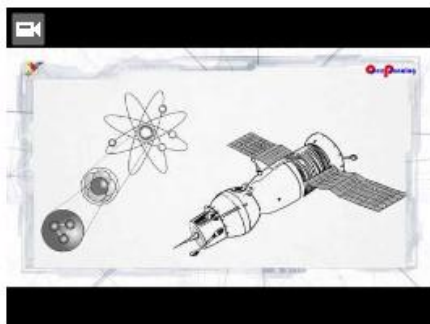
В учебно-научном центре кафедры ТМО при Инженерном факультете БашГУ реализуются множество проектов среди которых учебные: повышение квалификации инженерных кадров, обучение на базовых кафедрах и другие, а так же научные: исследования тепловой энергоэффективности теплообменной аппаратуры, исследования в области диагностики и снятия остаточных напряжений, разработка систем автоматизации и механизации технологических процессов машиностроительных предприятий и другие исследования и работы.

Большинство представленных задач хорошо укладываются в концепцию проектов, а следовательно, к ним можно применять действующую методологию. На сегодняшний день в стране действует «ГОСТ Р 54869-2011. Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом.», который качественно и просто определяет сущность научного проекта и методы работы с ним. Для реализации проектов в Учебно-научном центре было принято решение применить эту методологию, а обязанности за информационно-техническое обеспечение этих процессов было возложено на лабораторию научно-технической информации. Порядок реализации научно-исследовательского проекта представлен на рисунке 1.

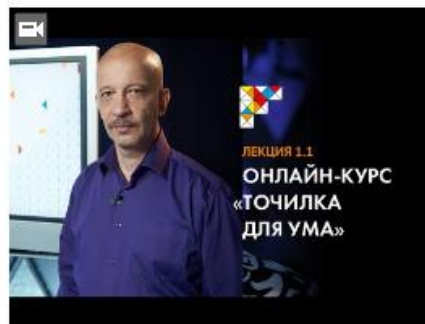


Рисунок 1 – Порядок реализации научно-исследовательского проекта

Для информационно-технического обеспечения процессов управления проектами был выполнен литературный обзор в результате которого было обнаружено две противоположные концепции работы с научными проектами, которые не противоречат друг друга, а серьёзно дополняют, однако на сегодняшний день две эти школы управления научными проектами не особо интересуются деятельностью друг друга и занимаются решением сугубо своими задач в области управления научными проектами. Была предпринята попытка внедрить элементы Теории решения изобретательских задач в проектное управление и управлять решением изобретательских задач с точки зрения проектного управления. На рисунке 2 представлены два подхода к управлению научно-исследовательскими проектами.



Курс лекций: "Основы проектного управления"



Курс лекций: "Теория решения изобретательских задач"

Рисунок 2 – Два подхода к управлению научно-исследовательскими проектами

Основной проблемой теории решения изобретательских задач является планирование конечного результата во времени, а так же распределение трудовых ресурсов. Для решения обозначенной проблемы была разработана методика оценки трудоёмкости решения изобретательских задач, основанной на принципе серебряного сечения. Для планирования времени решения изобретательских задач в рамках научных проектов предлагается делить проект на 4 основные вехи: 1 – обзор, 2 – анализ, 3 – синтез, 4 – отчёт. Опыт ППС и сотрудников кафедры ТМО показал, что эти 4 этапа, если рассматривать уже выполненные проекты, занимают примерно одинаковое время, однако, при этом нельзя сказать что между этими этапами есть обозначенные чёткие границы.

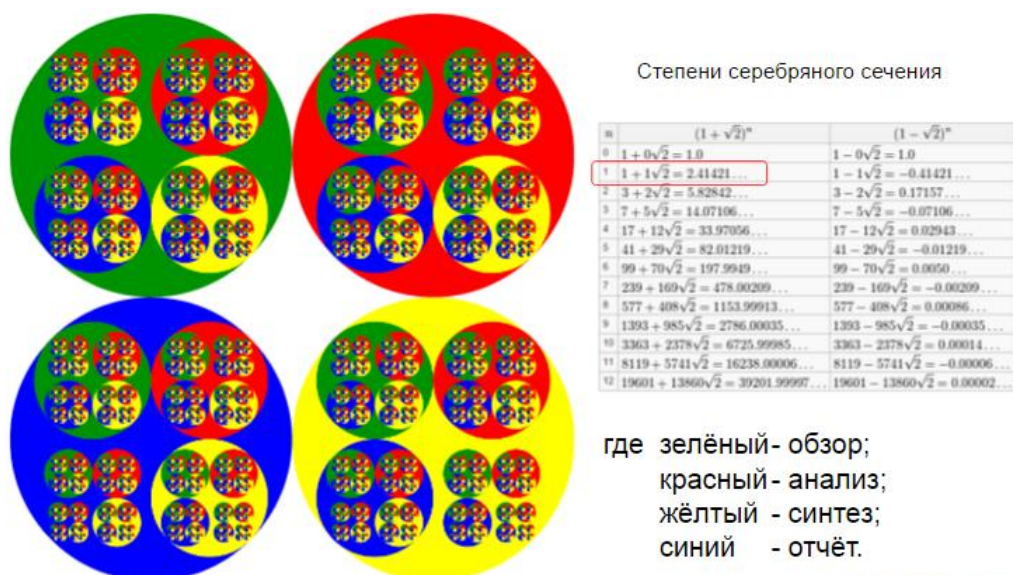


Рисунок 3 – Математическая модель управления научно-исследовательским проектом

Для описания подобного плана было предложено использовать фрактальную модель, которую по-прежнему применяют для измерения сложно-описываемых процессов, например длину береговой линии описывают ломанной кривой представляющий собой одномерный фрактал типа “Дракон”. Представленная на рисунке 3 модель описания плана работы над научно-исследовательским проектом по решению изобретательских задач описывается одномерным фракталом серебряного сечения второй степени.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 54869-2011. Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом.
2. Методологические вопросы управления научными проектами: сайт формационно-справочный портал поддержки систем управления качеством. [Электронный ресурс]. 2006. Дата обновления: 25.10.2006. URL: <http://www.quality.edu.ru/quality/met/493/> (дата обращения: 15.10.2016).

© Абдеев Э. Р., Узакбаева А. Б., 2016

УДК 331.[43+45+48+54]:543.9:544.[03+08+77]

О РАЗРАБОТКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА СПЕЦИАЛИСТОВ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Гмошинский И.В.¹, Макарова О.А.², Глушкова А.В.³

1 ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», г. Москва

*2 Фонд инфраструктурных и образовательных программ (группа
РОСНАНО), г. Москва*

*3 ФГУП НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека ФМБА России,
г. Санкт-Петербург*

Развитие nanoиндустрии и появление новых видов продукции, произведенной с применением нанотехнологий, ставит вопрос об обеспечении безопасности инновационной продукции nanoиндустрии. Nanoобъекты и наноматериалы (НМ), входящие в состав такой продукции, обладают комплексом физико-химических и биологических свойств, отличающих их от соответствующих химических аналогов, не имеющих структуры в нанодиапазоне. Установлено, в частности, что ряд НМ способны оказывать вредное (токсическое) действие на организм человека и объекты окружающей среды. Ввиду этого, развитие инновационных нанотехнологических производств требует параллельной разработки и реализации системы мероприятий, направленных на устранение или снижение до приемлемого уровня рисков, связанных с воздействием потенциально опасных НМ на работников организаций, занятых производством или использующих продукцию nanoиндустрии, потребителей такой продукции, население в целом, компоненты природных экосистем. Одним из основных условий обеспечения

безопасности инновационной продукции наноиндустрии является наличие рынка труда квалифицированных специалистов, обладающих знаниями, навыками и умениями в области исследования наноматериалов и нанопродукции (в том числе с использованием биологических тест-систем), оценки рисков продукции наноиндустрии и технологии ее производства, разработки и применения нормативных и методических документов в области оценки и обеспечения безопасности нанотехнологий и продукции наноиндустрии, контроля НМ в технологическом процессе, в продукции и в объектах окружающей среды. В область компетенции специалистов по безопасности инновационной продукции наноиндустрии входит использование современных методов качественного выявления и количественного определения наноматериалов и нанообъектов, методов отбора и подготовки проб, адекватно отражающих специфику свойств НМ, знание и активное использование действующих нормативно-методических документов в области контроля за наноматериалами и продукцией наноиндустрии, умение планировать исследования и мероприятия по снижению рисков продукции наноиндустрии с учетом приоритетов, определяемых уровнями ее потенциальной опасности.

В связи с вышеизложенным, Министерством труда РФ в 2016 году была поставлена задача разработки профессионального стандарта (ПС) «Специалист по безопасности инновационной продукции наноиндустрии». Проект ПС разрабатывается в соответствии с требованиями действующего законодательства (Федеральный закон от 03.12.2012г. № 236-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой Кодекс Российской Федерации и статью 1 Федерального закона «О техническом регулировании») и подзаконных актов (Постановление Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. №23 «О Правилах разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов»; Приказ Минтруда России №148н от 12 апреля 2013 г. Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов; Приказ Минтруда России РФ от 29 апреля 2013 г. №170н «Методические рекомендации по разработке профессионального стандарта»; Приказ Минтруда России от 29 сентября 2014 г. № 665н «О внесении изменений в Макет профессионального стандарта, утвержденный приказом Минтруда России от 12 апреля 2013 г. № 147н») и с учетом действующих нормативно-методических документов Роспотребнадзора, устанавливающих порядок выявления и идентификации, отбора проб, оценки безопасности, контроля и надзора, оценки риска НМ и продукции наноиндустрии (МР 1.2.2522-09, МУ 1.2.2520-09, МР 1.2. 2641 -10, МР 1.2.0016-10, МР 1.2.0022-11, МР 1.2.0024-11, МУ 1.2.2966-11, МР 1.2.0038-11, МР 1.2.0041-11 и других).

В настоящее время разработан проект ПС, включающий требования к квалификации специалистов трех квалификационных уровней, с 5-го по 7-ой. Специалист 5-го квалификационного уровня (должности - техник, техник-лаборант) выполняет обобщенную трудовую функцию (ОТФ) «Лабораторно-техническое сопровождение работ по оценке и обеспечению безопасности

инновационной продукции наноиндустрии». Данная ОТФ включает такие трудовые функции, как подготовка проб сырья, полупродуктов, продукции наноиндустрии, отходов и объектов окружающей среды; техническое обслуживание средств измерений и исследовательского оборудования; регистрация данных исследований (испытаний) и ведение отчетности; проведение типовых исследований с использованием биологических тест-систем.

На 6-ом квалификационном уровне специалистов ОТФ «Проведение работ по обеспечению безопасности производства инновационной продукции наноиндустрии» (наименование должностей инженер, инженер по охране окружающей среды) предусматривает выполнение таких трудовых функций, как разработка планов мероприятий по обеспечению безопасности производства инновационной продукции наноиндустрии; проведение мероприятий по снижению уровня рисков, связанных с возможным влиянием НМ на здоровье человека и окружающую среду, контроль за выполнением мер безопасности на производстве.

ОТФ «Проведение оценки безопасности инновационной продукции наноиндустрии и технологий ее производства», выполняемая также специалистами 6-го квалификационного уровня (должности младшего научного сотрудника, научного сотрудника), включает трудовые функции по определению видов и объемов оценок безопасности продукции наноиндустрии, проведению оценок безопасности с использованием биологических моделей *in vitro* и *in vivo*, подготовка рекомендаций по обеспечению безопасности продукции наноиндустрии и технологий ее производства.

В число трудовых функций специалистов 6-го квалификационного уровня, выполняющих ОТФ «Нормативное и нормативно-методическое обеспечение безопасности инновационной продукции наноиндустрии» (должности - ведущий инженер, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник), входит организация и проведение классифицирования по степени потенциальной опасности инновационной продукции наноиндустрии и технологий ее производства в соответствии с действующими нормативно-методическими документами (МР 1.2.0016-10 и другие), разработка нормативно-технических документов для оценки и обеспечения безопасности инновационной продукции наноиндустрии, организация сертификации инновационной продукции наноиндустрии и получения необходимых разрешительных документов.

Руководство подразделением, отвечающим за безопасность производимой в организации инновационной продукции наноиндустрии, осуществляет специалист 7-го квалификационного уровня (наименования должностей начальник направления или лаборатории (отдела). Выполняемая им ОТФ формулируется как «Руководство деятельностью по обеспечению безопасности инновационной продукции наноиндустрии» и включает реализацию таких трудовых функций, как управление работами в организации по оценке и обеспечению безопасности инновационной продукции наноиндустрии и

технологии ее производства; организация взаимодействия с подразделениями и руководством организации по вопросам безопасности продукции наноиндустрии; организация разработки и внедрения новых организационных и технических решений, нормативно-технических документов в области обеспечения безопасности; контроль выполнения в организации требований нормативных документов.

По каждой из перечисленных ОТФ проект ПС содержит требования к образованию, обучению и опыту практической работы специалистов, подробно излагает трудовые действия, необходимые знания и умения. В настоящее время проект ПС находится в стадии публичного профессионального утверждения. После прохождения всех стадий публичной экспертизы проекта ПС планируется его передача на утверждение в установленном порядке. В перспективе на основе данного ПС планируется разработка образовательных программ для ВУЗ-ов, ведущих подготовку специалистов в таких областях как наносистемы и наноматериалы (ОКСО 022200), нанотехнологии и микросистемная техника (222900), а также специалистов по безопасности более широкого профиля в таких специальностях, как физика (010701), химия (020101) и биология (020200).

© Гмошинский И.В., Макарова О.А., Глушкова А.В., 2016

УДК 37.013

РЕАЛИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ
ПО НАПРАВЛЕНИЮ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ
МАТЕРИАЛОВ» В ХОДЕ ПРЕПОДАВАНИЯ СПЕЦКУРСА «ОСНОВЫ
ТЕПЛОТЕХНИКИ И АЭРОГИДРОДИНАМИКИ»

Доценко И.Н.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Современный мировой уровень развития науки и производства требует при подготовке соответствующих специалистов в полной мере учитывать те глубинные революционные изменения в мире, которые произошли за последние несколько десятилетий. Данное обстоятельство предъявляет к научно-педагогическому сообществу, осуществляющему профессиональную подготовку кадров, иные, иногда принципиально новые методы и подходы в преподавании конкретных учебных дисциплин.

Всё сказанное в полной мере относится и к разработке комплексной образовательной программы бакалавров по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов». На примере подготовки специального учебного курса «Основы теплотехники и аэрогидродинамики», входящего в учебную программу подготовки бакалавров данного направления, автором доклада была предпринята попытка творчески реализовать инновационные требования к преподаванию в высшей школе специальных

дисциплин. В ходе реализации этого проекта предстояло преодолеть значительные трудности, как методического, так и организационного порядка, заключающиеся, помимо прочего, в том, что, предстояло уложить чрезвычайно обширный учебный материал в очень узкие временные рамки, выделяемые рабочим учебным планом на изучение данной дисциплины – 36 учебных часов аудиторных занятий (18 часов лекционных и 18 часов семинарских занятий) в течении одного учебного семестра обучения. Кроме этого, требовалось в полной мере учитывать требования бально-рейтинговой системы оценки знаний студентов, следовательно, регулярно проводить проверку знаний и приобретённых студентами умений практически на каждой неделе. Дополнительным, хотя и небольшим ресурсом (5 учебных часов на контроль самостоятельной работы студентов - КСР) стала разработка индивидуальных заданий на самостоятельную работу студентов (СРС).

Из перечня профессиональных компетенций, содержащегося в Федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) наибольшее значение для разработки указанного курса имеют, в первую очередь, те из них, которые требуют от выпускника владеть [1]:

способностью использовать в исследованиях и расчётах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации (ПК-4);

готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации (ПК-5);

готовностью участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами (ПК-9);

способностью обеспечивать эффективное, экологически и технически безопасное производство на основе механизации и автоматизации производственных процессов, выбора и эксплуатации оборудования и оснастки, методов и приёмов организации труда (ПК-15).

В процессе разработки данного спецкурса также учитывались тенденции развития мировой экономики, особенности её региональной специализации, а также требования повышения конкурентоспособности отечественных товаров и услуг на мировых рынках. Важно было также учесть связь спецкурса с другими учебными дисциплинами, предусмотреть модульность строения тематики курса и возможность его дальнейшего совершенствования с учётом многих нюансов развития высшего технического образования в нашей стране и мире. Важнейшими целями, преследуемыми автором, были также стремление использовать положительный опыт развития использования на практике новых образовательных технологий и стимулирование студентов – будущих специалистов к самостоятельному поиску необходимой информации в современных глобальных информационных сетях, формированию потребности к дальнейшему образованию и самообразованию.

В выборе опорных тем курса автор руководствовался требованиями выше указанного ФГОС, отдавая приоритет применительно к таким отраслям, как: машиностроение и приборостроение, авиационная и ракетно-космическая техника, атомная энергетика, твёрдотельная электроника, nanoиндустрия, медицинская, спортивная и бытовая техника [1]. Так, к примеру, опорными темами по основам теплотехники автором были предложены следующие:

Истечение и дросселирование газов и паров;

Термодинамические процессы в компрессорах;

Основные циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ);

Сложный теплообмен. Теплообменные аппараты;

Промышленные теплоэнергетические установки (ТЭУ).

Поскольку учебной программой предусматривалось лишь использование традиционных форм обучения студентов, то предстояло обдумать и разработать педагогические приёмы активизации учебной деятельности студентов в рамках предложенной темы. Так перед проведением практического занятия по одной из этих тем обучаемым заранее (обычно за неделю) предлагался перечень конкретных практических вопросов, касающихся изготовления и эксплуатации рассматриваемых устройств. Иными словами, формулировалась некая проблемная ситуация (кейс), и предлагалась студентам обдумать некий комплекс мер для её успешного разрешения. В начале занятия заслушивались все возможные подходы и способы решения возникающей проблемы в ходе кратких докладов студентов, где обязательно запрашивалось их собственное мнение по существу проблемы. Затем, во второй половине занятия, происходило коллективное обсуждение предлагаемых решений по модели «Круглый стол». Автором не применялся известный метод «мозгового штурма», поскольку, в силу недостаточного уровня подготовки обучаемых (5 семестр обучения), коэффициент полезного действия его использования был низким. В тех случаях, когда «круглый стол» приводил к позитивным результатам и возникал некий консенсус, в заключительной части занятия проводились краткие дебаты по выбору конкретной идеи или даже некой схемы реализации обсуждаемого проекта. При этом заслушивались и анализировались приводимые аргументы в пользу того или иного решения, контраргументы и альтернативные варианты решения. В конце занятия «условному победителю» предлагалось представить к определённому сроку возможное решение, которое затем оценивалось по определённой бальной шкале.

В качестве примера можно привести конкретный план практического занятия по пятой теме из заявленного перечня – «Тепловые электростанции (ТЭС).

Постановка проблемы – обеспечение электроснабжения и/или теплоснабжения того или иного объекта (от отдельного производственного или территориального до регионального).

Перечень вопросов, касающихся типов существующих ТЭС (в том числе и миниТЭС): как конденсационных (КЭС), так и теплоэлектроцентралей (ТЭЦ); их принципиальные схемы и основные показатели тепловой эффективности.

Обсуждение проблемы – «круглый стол» по рассмотрению вариантов выбора конкретного типа ТЭС и конкретной схемы её функционирования с обязательным учётом экономичности её работы и экологического фактора.

Принятие принципиального решения – в соответствии с той или иной, обговоренной заранее процедурой.

Окончательное (с возможностью вариантов) решение – разработка «победителем» (индивидуальным или групповым) задания на эскизную и расчётную его проработку.

Обсуждение решения – оценка работы по бально-рейтинговой системы работы всех обучаемых, принявших участие в данном проекте.

Список литературы:

1.Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (уровень бакалавриата). /[Электронный ресурс]. – Режим доступа:URL: [http:// www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (дата обращения 22.12.2015).

© Доценко И.Н., 2016

УДК 159.9

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ В ОБРАЗОВАНИИ

Захаров А.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

e-mail: ralzax@yandex.ru

Выдающийся английский педагог Джозеф Сёлли в книге «Психология как наука для образования», которая долгое время была настольной книгой для учителей во многих странах, так определил науку. «Искусство – это очень сложный технологический процесс. А наука – система знаний, которая неизменно позволяет добиваться успеха в искусстве. Образование молодого поколения – это, несомненно, искусство, а наукой служит психология». Здесь нечего добавить и не в чем усомниться. Однако, до последнего времени педагогическая психология в России была направлена на педагогический неуспех в школах, а вузовской педагогической психологии вообще не было. Отсутствовали в терминологии основные понятия как смыслы и способы мышления. А это является ни много ни мало предметом воспитания и предметом обучения соответственно. То есть скрывалось то, чему учить и то, чему воспитывать.

В то же время, усвоив небольшой набор основных законов педагогической психологии, любой педагогический работник может достичь успеха в образовании учеников или студентов. Обсудим их.

1. Закон единства образовательного процесса – обучения и воспитания.

Обучение направлено на освоение способов мышления – идеальное бытие в нашем сознании внешнего мира. Воспитание формирует смысловое поле и выбор устойчивого вектора. Если способы мышления в большей или в меньшей полноте и истинности раскрывают нам мир, то смыслы показывают нам, куда мы должны стремиться в данном мире, как устроить свою жизнь, каких результатов добиться. Без актуализации смыслов знания становятся бессмысленными, ненужными. Тогда их невозможно усвоить. И наоборот, когда в процесс обучения встраиваются смыслы, на усвоение таких знаний обучающийся тратит огромные силы и время. Закон единства – ключ к успеху образовательного процесса.

2. Закон идеального бытия.

Обучение направлено на усвоение знаний. Знания структурированы в относительно целостные информационные блоки. Информация по А.Н.Колмогорову представляет собой набор алгоритмов или операторов, определяющих последовательность действий по созданию или производству продукта материального или идеального, удовлетворяющего какую либо потребность и на который направлен смысл человека. Продукт, являющийся мотивом. Прежде чем усвоить информацию, её нужно получить при разборке аналогичного продукта. Затем разбить на операторы в строгой логистической последовательности и, наконец, построить новый продукт по усвоенному алгоритму. Только тогда знания будут полными, востребованными и истинными, когда они позволяют учащемуся воспроизвести качественный продукт самостоятельно или с помощью педагогического работника.

3. Принцип восхождения от абстрактного к конкретному.

Он утверждает исторический подход к обучению. Сначала нужно усваивать знания о воспроизводстве продукта в простейшей его форме, затем в новых циклах воспроизводства продукта возможны творческая эволюционная конкретизация отдельных элементов производства продукта, улучшающего его качество.

4. Сочетание анализа и синтеза информации с уровнями мышления.

У человека имеется семь уровней мышления, как для способов мышления, так и для смыслов. Нужно учитывать поэтапность восхождения знаний по уровням мышления от интуитивно бессознательного уровня к седьмому уровню- уровень теоретического мышления при разложении на алгоритмы и при создании продукта по усвоенным алгоритмам. Особенно в школе.

На кафедре инженерной физики и физики материалов инженерного факультета БашГУ данные принципы положены в основу всего учебно - практического процесса, что позволяет получать в итоге хорошие результаты, которые проявляются в качестве выполняемых студентами выпускных квалификационных работ.

© Захаров А.В., 2016

КОМПОНЕНТЫ ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ
ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ИНОСТРАНЦЕВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Зиятдинов А.М., Зиятдинова Р.М.

*Московский государственный университет путей сообщения Императора
Николая II (МИИТ), г. Москва*

Методика работы с материаловедением, как с учебной дисциплиной, сегодня предполагает классический подход с проекцией на аудиторные занятия. Лекции, практические занятия, лабораторные занятия для студентов имеют различную приоритетность; т.к. дисциплина может быть промежуточной в учебном плане и студентам будет предложен минимум из того, что требует их будущая квалификация, а может быть основной, когда квалификация присуждается на выпускающей кафедре материаловедения. Во всех без исключения технических высших учебных заведениях имеется кафедра материаловедения, но не во всех эта кафедра выпускающая. Акцент в исследовании сосредоточен на формате подготовки студентов, который является направляющим в будущей профессии. Указывая на профобласти, отметим некоторые из них: металлургия, производство стройматериалов, геологические фирмы. Важно отметить в современном плане высокий уровень транснациональности образования. Процент студентов-иностранцев из общего контингента в российских учебных заведениях с каждым годом растёт, а особенно в высших технических учебных заведениях. Это объясняется успешными позициями отечественной промышленности по ряду направлений на международной площадке, что в свою очередь и сказывается на возникающем интересе к российской образовательной платформе [1].

Разработанные программные документы учитывают многовариантность подготовки студентов, однако в части иностранных обучающихся в нормативных актах и системных инструкциях это отражается недостаточно. На сегодняшний день в руководящих документах федерального значения имеются пункты касательно особенностей обучения и подготовки студентов-иностранцев и как правило, они затрагивают юридические аспекты работы. На современном этапе студенты-иностранцы нуждаются в разносторонней поддержке, т.к. условия жизни и обучения в неродной среде значительно усложняют процесс пребывания в другой стране [2].

Материаловедение - достаточно специфичная и комплексная дисциплина. Практикум и занятия в условиях специализированных лабораторий позволит добиться максимального эффекта в части обучения. Учитывая, что студентам-иностранцам сложнее «даются» технические дисциплины, чем местным обучающимся, предлагается ввести в систему образовательного процесса такие новшества, как:

- адаптированный полигон с установкой и размещением оборудования и материалов в натуральном виде, где студент сможет по нанесённой маркировке

определить род веществ и материалов, наименования оборудования и агрегатов, их составных узлов и частей;

- экскурсии рабочего дня с полным соблюдением требований техники безопасности на базе комбинатов и объектов промышленности в целях наглядности и доступности познавательного процесса;

- участие в проведении рабочих собраний для ознакомления с повесткой дня и кругом наиболее обсуждаемых вопросов, возникающих на производстве;

- проведение конференций по материаловедению для студентов-иностранцев позволит активизировать научно-исследовательскую работу и социально-адаптивные процессы иностранных обучающихся [3].

Исследовательская работа в данной области имеет несколько направлений.

В эпоху бурного обсуждения дуальности образования, тема актуальности практического блока обусловлена требованием к качеству образования. Обращая внимание на целевую подготовку студентов, вполне объяснимы высокие запросы заказчика как лица, которое выступает плательщиком за оказанные образовательные услуги. В свою очередь коммерциализация образования создаёт конкурентную среду для образовательных организаций. Наиболее предпочтительным направлением наряду с выработанным подходом предлагается рассмотреть такую составляющую, как наставничество. Широко и доступно описанная, методика наставничества, зарекомендовала себя как эффективное средство обучения, но это уже тема для другого исследования.

Список литературы:

1. Зиятдинов А.М. Актуальные проблемы студентов-иностранцев в российских высших технических учебных заведениях [Текст] / А.М. Зиятдинов, Е.Л. Матухин, Д. Нкетия Ньяме, Т.Г. Садыков, Р. Аль-Хиляль, В. Дари Кори, Р.М. Зиятдинова // Актуальные проблемы социально-экономической и экологической безопасности Поволжского региона: Сборник материалов 8-ой международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский филиал МИИТ, 2016. – С. 303 – 306.

2. Зиятдинов А.М. Экспортно-ориентированные технологии железнодорожных вузов как средство профориентационной работы [Текст] / А.М. Зиятдинов, Е.Л. Матухин, Р.М. Зиятдинова // Качество высшего и профессионального образования в постиндустриальную эпоху: сущность, обеспечение, проблемы: Материалы 10-й Международной научно-практической конференции. – Казань: КГАСУ, 2016. – С. 250 – 253.

3. Зиятдинов А.М. Проблемы обучения студентов-иностранцев на этапе прохождения производственной практики [Текст] / А.М. Зиятдинов, Е.Л. Матухин, Р.М. Зиятдинова // Проблемное обучение в современном мире: Сборник статей 6-ых Международных Махмутовский чтений. – Елабуга: КФУ г. Елабуга, 2016. – С. 208 – 211.

© Зиятдинов А.М., Зиятдинова Р.М., 2016

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К КВАЛИФИКАЦИИ И КОМПЕТЕНЦИЯМ РАБОТНИКОВ В ОБЛАСТИ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА МЕТАЛЛЫ

¹Куликова Д. И., ²Хисамутдинов Р. М.

¹*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»*

²*Технологического центра ПАО «КАМАЗ», г. Казань*

Аннотация

Разработан проект профессионального стандарта, основой которого являются квалификационные требования рынка труда к компетенциям работников, занятых в области обработки металлов и нанесения покрытий на металлы.

Ключевые слова

Профессиональный стандарт, профессионально-квалификационная структура

В 2016 году под руководством Фонда инфраструктурных и образовательных программ (РОСНАНО) начата разработка профессионального стандарта «Технолог по наноструктурированным PVD - покрытиям». Базовым предприятием по разработке профессионального стандарта «Технолог по наноструктурированным PVD - покрытиям» является ПАО «КАМАЗ», город Набережные Челны, Республика Татарстан. Ремонтно-инструментальный завод ПАО «КАМАЗ» - это специализированное предприятие, включающее парк универсального и специализированного оборудования высокого разрешения, с полным производственным циклом – от поковки до термической обработки (окраски) готовой продукции, включая все виды механической обработки. РИЗ ПАО «КАМАЗ» осуществляет производство специального инструмента и технологической оснастки, оснащен комплексной линией нанесения износостойких покрытий EIFELER (Германия). Комплексная линия позволяет обрабатывать поверхность инструментов, компонентов из стали и твердого сплава конкурентоспособными на мировом рынке покрытиями, как стандартными (TiN, TiCN, CrN, CrCN, ZrN), так и многослойными на основе TiAlN-, TiAlCN- или TiAlSiON, и нанопокрывтиями.

В инструментальном производстве в основном используются методы химического и физического осаждения покрытий. Разновидностями метода химического осаждения Chemical Vapour Deposition (CVD), являются: высокотемпературное осаждение покрытий - high-temperature (HT-CVD); среднетемпературное осаждение покрытий - medium-temperature (MT-CVD); осаждение покрытий с плазменным сопровождением - plasma assisted (PA-CVD). Разновидностями метода физического осаждения, называемого Physical Vapour Deposition (PVD), являются: ионно-термическое испарение; электродуговое испарение; ионное распыление.

Вид трудовой деятельности сформулирован как «Разработка технологии нанесения наноструктурированных PVD - покрытий на металлы». Процесс разработки технологии нанесения наноструктурированных PVD - покрытий на металлы включает в себя три укрупненные стадии:

- подбор рецептуры для нанесения наноструктурированных PVD - покрытий в соответствии с техническим заданием;
- расчет технологической трудоемкости процессов подготовки и нанесения наноструктурированных PVD – покрытий;
- контроль соблюдения технологической дисциплины процесса нанесения наноструктурированных PVD – покрытий.

Для соответствия квалификационным требованиям, предъявляемым к группе специалистов, описываемых в проекте профессионального стандарта «Технолог по наноструктурированным PVD-покрытиям», работники должны обладать соответствующей профессиональной компетентностью.

Специалисты в области обработки металлов и нанесения покрытий на металлы, описываемых в проекте профессионального стандарта «Технолог по наноструктурированным PVD-покрытиям», должны обладать необходимыми знаниями, а именно:

- нормативные и регламентирующие документы (стандарты, руководства на процессы, приказы, межотраслевые документы и т.п.), обеспечивающие процесс выполнения должностных обязанностей;
- технологический процесс подготовки поверхности и нанесения наноструктурированных PVD – покрытий;
- маркировку и свойства основных и вспомогательных материалов, применяемых для нанесения наноструктурированных PVD – покрытий и их влияние на качество покрытий;
- методы и оборудование для оценки качества подготовки поверхности объекта и наноструктурированного PVD – покрытия;
- инновационные методы, лучшие практики по нанесению PVD - покрытий;
- правила и нормы охраны труда, применяемые на участке нанесения PVD - покрытий.

Специалисты в области обработки металлов и нанесения покрытий на металлы, описываемых в проекте профессионального стандарта «Технолог по наноструктурированным PVD-покрытиям», должны обладать необходимыми умениями, а именно:

- осуществлять контроль соблюдения технологической дисциплины подготовки, нанесения износостойких покрытий и обработки поверхностей после покрытия;
- осуществлять подбор рецептуры для нанесения наноструктурированных PVD - покрытий в соответствии с техническим заданием;
- осуществлять расчет технологической трудоемкости процессов подготовки и нанесения наноструктурированных PVD - покрытий;

- принимать участие в испытаниях инструмента, спроектированных и изготовленных в соответствии с разработанным технологическим процессом;
- принимать участие в проведении экспериментальных работ;
- проводить расчеты производственных мощностей и загрузки оборудования по нанесению наноструктурированных PVD - покрытий;
- разрабатывать мероприятия по непрерывному улучшению качества нанесения наноструктурированных PVD - покрытий;
- обеспечивать участок нанесения наноструктурированных PVD - покрытий технологической документацией, вносить в них изменения при замене материала, в связи с корректировкой технологических процессов или изменениями в конструкторской документации;
- проводить анализ фактической трудоемкости изготавливаемой продукции, разрабатывать мероприятия, направленные на ее снижение;
- анализировать причины брака и выпуска продукции низкого качества, принимать участие в разработке мероприятий по его предупреждению и устранению, а также в рассмотрении поступающих рекламаций на выпускаемую продукцию;
- разрабатывать методы технического контроля и испытания продукции;
- организовывать работу по проведению анализа причин брака и выпуска продукции низкого качества, принимать участие в разработке мероприятий по их предупреждению и устранению, а также в рассмотрении поступающих рекламаций;
- составлять отчетность о производственной деятельности, обобщению и внедрению передового отечественного и зарубежного опыта в технологии производства аналогичной продукции;
- обеспечивать улучшение условий труда и выполнение требований законодательных и иных нормативных актов по вопросам охраны труда, медицины труда, промышленной и пожарной безопасности, охраны окружающей среды в рамках имеющихся полномочий.

Квалификационные требования, предъявляемые к специалистам, описанные в проекте стандарта «Технолог по наноструктурированным PVD - покрытиям» необходимы для унификации требований при подборе и расстановке кадров; при планировании и нормировании труда, развития системы управления персоналом; создания системы сертификации персонала и оценки уровня квалификации работников.

© Куликова Д.И, Хисамутдинов Р. М., 2016

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ НАВЫКИ И КОМПЕТЕНЦИИ СПЕЦИАЛИСТА В ОБЛАСТИ НАНЕСЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ НА МЕТАЛЛЫ

¹Куликова Д. И., ²Хисамутдинов Р. М.

¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский

технологический университет»

²Технологического центра ПАО «КАМАЗ», г. Казань

Аннотация

Разработан проект профессионального стандарта, основой которого являются квалификационные требования рынка труда к компетенциям работников, занятых в области обработки металлов и нанесения покрытий на металлы.

Ключевые слова

Профессиональный стандарт, профессионально-квалификационная структура

Развитие производств и технологий приводит к изменению рынка труда, и как следствие, к расширению профессиональных навыков и компетенций работника. Понятие «квалификация работника» определено в ст. 195.1 Трудового кодекса Российской Федерации. Согласно данной статье, квалификация работника – уровень знаний, умений, профессиональных навыков и опыта работы работника. Профессиональный стандарт – характеристика квалификаций, необходимой работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности. С 1 июля 2016 г вступил в силу № 122-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации» и статьи 11 и 73 ФЗ «Об образовании в РФ», в соответствии с которыми Трудовой кодекс РФ дополнен статьей 195.3 «Порядок применения профессиональных стандартов». Согласно статье 195.3 ТК РФ требования к квалификации работников, содержащиеся в профессиональных стандартах, обязательны для работодателя в случаях, если они установлены ТК РФ, другими федеральными законами, иными нормативными правовыми актами Российской Федерации. Обязательность применения требований профессиональных стандартов установлена для случаев, предусмотренных статьями 57 и 195.3 ТК РФ, и не зависит от формы собственности организации или статуса работодателя. В случае, если ЕТКС, ЕКС и профессиональный стандарт по аналогичным профессиям (должностям) содержат различные требования к квалификации, то работодатель самостоятельно определяет, какой нормативный правовой акт он использует, за исключением случаев, предусмотренных ФЗ и иными нормативными правовыми актами РФ. В перспективе планируется замена ЕТКС и ЕКС профессиональными стандартами, а также отдельными отраслевыми требованиями к квалификации работников, утверждаемыми законодательными и иными нормативными правовыми актами.

В 2016 году под руководством Фонда инфраструктурных и образовательных программ (РОСНАНО) начата разработка профессионального стандарта «Специалист по подготовке и эксплуатации научно-промышленного оборудования для получения наноструктурированных PVD - покрытий». Базовым предприятием по разработке профессионального стандарта «Специалист по подготовке и эксплуатации научно-промышленного оборудования для получения наноструктурированных PVD - покрытий» является ПАО «КАМАЗ», город Набережные Челны, Республика Татарстан.

Вид профессиональной деятельности «Нанесение износостойких наноструктурированных покрытий на металлы» отражает квалификационные требования к работникам, обеспечивающим полный технологический цикл нанесения износостойких покрытий.

Нанесение покрытий и модификация поверхностного слоя, является наиболее распространенным и простым в реализации направлением повышения эксплуатационных показателей режущих инструментов. В инструментальном производстве используются в основном методы: нанесение покрытий, поверхностное легирование, термическое воздействие, деформационное воздействие, комбинированная обработка (сочетание методов).

Эффекты, достигаемые применением различных методов нанесения покрытий и модификации рабочих поверхностей режущих инструментов:

1) изменение свойств поверхности и поверхностного слоя инструмента (повышение микротвердости поверхности инструмента, уменьшение адгезионного взаимодействия с материалом заготовки, повышение теплостойкости поверхностей инструмента, изменение шероховатости поверхностей инструмента, создание оптимальных напряжений);

2) улучшение выходных параметров процесса резания (уменьшение потребляемой мощности, повышение точности и качества изделий, повышение производительности обработки, сокращение расхода режущего инструмента);

3) изменение функциональных и физических параметров процесса резания (снижение интенсивности наростообразования, снижение мощности тепловых источников, снижение составляющих силы резания, снижение коэффициента трения на поверхности инструмента, снижение длины контакта на рабочих поверхностях инструмента).

Проект профессионального стандарта «Специалист по подготовке и эксплуатации научно-промышленного оборудования для получения наноструктурированных PVD - покрытий» описывает квалификационные требования, предъявляемые к работникам. Нормативный документ содержит минимальные требования, предъявляемые к образованию и обучению работника, опыту практической работы, описывает особые условия допуска к работе. При разработке квалификационных требований проекта стандарта «Специалист по подготовке и эксплуатации научно-промышленного оборудования для получения наноструктурированных PVD - покрытий» на выбранных производственных организациях были проанализированы должностные инструкции следующих категорий специалистов:

главный технолог, начальник технологического отдела, технолог, инженер-технолог;

начальник участка нанесения PVD - покрытий, мастер участка нанесения PVD - покрытий;

инженер-исследователь; инженер;

наладчик оборудования металлопокрытия и окраски, оператор вакуумных установок. Разработчиками проекта квалификационных требований профессионального стандарта «Специалист по подготовке и эксплуатации научно-промышленного оборудования для получения наноструктурированных PVD - покрытий» были использованы различные виды опросов - индивидуальные и групповые.

Проект профессионального стандарта содержит перечень возможных наименований должностей, требования к образованию и обучению, требования к опыту практической работы, особые условия допуска к работе, другие характеристики.

Проект профессионального стандарта «Специалист по подготовке и эксплуатации научно-промышленного оборудования для получения наноструктурированных PVD - покрытий» описывает три укрупненные стадии технологического маршрута:

- подготовка оборудования,
- подготовка объектов для нанесения покрытий,
- эксплуатация оборудования и контроль нанесения покрытий.

Проект профессионального стандарта «Специалист по подготовке и эксплуатации научно-промышленного оборудования для получения наноструктурированных PVD - покрытий» содержит четко структурированные трудовые действия работника, необходимые знания и умения для выполнения своих профессиональных обязанностей.

Сферы применения работодателем профессиональных стандартов определены в Правилах разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов, утвержденных постановлением Правительства РФ от 22.01.2013 №23 (в ред. от 23.09.2014). С 1 января 2017 года вступает в силу разработанный Минтрудом России ФЗ от 3 июля 2016 года №238-ФЗ «О независимой оценке квалификации», который предусматривает формирование объединениями работодателей и профсоюзами системы независимой оценки квалификации на соответствие профессиональным стандартам, основанной на доверии к качеству этой оценки со стороны работодателей и граждан.

© Куликова Д.И, Хисамутдинов Р. М., 2016

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ КАК КЛЮЧЕВОЙ МЕХАНИЗМ САМОРЕГУЛИРОВАНИЯ РЫНКА ТРУДА

¹Куликова Д. И., ²Хисамутдинов Р. М.

¹*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет»*

²*Технологического центра ПАО «КАМАЗ», г. Казань*

Аннотация

Разработан проект профессионального стандарта «Специалист по контролю и испытаниям наноструктурированных PVD - покрытий»

Ключевые слова

Профессиональный стандарт, профессионально-квалификационная структура

В 2016 году под руководством Фонда инфраструктурных и образовательных программ (РОСНАНО) начата разработка профессионального стандарта «Специалист по контролю и испытаниям наноструктурированных PVD - покрытий». Базовым предприятием по разработке профессионального стандарта «Специалист по контролю и испытаниям наноструктурированных PVD - покрытий» является ПАО «КАМАЗ», город Набережные Челны, Республика Татарстан.

Вид профессиональной деятельности в проекте профессионального стандарта сформулирован как «Проведение испытаний износостойких наноструктурированных PVD - покрытий». При разработке квалификационных требований проекта стандарта «Специалист по контролю и испытаниям наноструктурированных PVD - покрытий» на выбранных производственных организациях были проанализированы должностные инструкции следующих категорий специалистов:

главный технолог, начальник технологического отдела, технолог, инженер-технолог;

начальник участка нанесения PVD - покрытий, мастер участка нанесения PVD - покрытий;

инженер-исследователь; инженер;

наладчик оборудования металлопокрытия и окраски, оператор вакуумных установок.

Специалист по контролю и испытаниям наноструктурированных PVD - покрытий уделяет большое внимание в своей производственной деятельности качеству подготовки поверхности объекта перед нанесением покрытия, предопределяет качество осаждаемого покрытия и его функциональные характеристики, в частности прочность адгезионной связи с инструментальной матрицей, являющуюся обязательным условием успешной эксплуатации инструмента с покрытием.

Специалист по контролю и испытаниям также проводит контроль качества режущего инструмента после поверхностной упрочняющей обработки - одной

или нескольких характеристик состояния его поверхностного слоя. Основными показателями качества поверхностного слоя упрочненного инструмента являются прочность адгезионной связи упрочненного слоя с инструментальной подложкой, микротвердость и толщина упрочненного слоя, шероховатость поверхности и остаточные напряжения. Именно эти показатели и определяют работоспособность упрочненного инструмента в процессе эксплуатации.

Обобщенно, специалист по контролю и испытаниям наноструктурированных PVD - покрытий должен уметь:

- разрабатывать и внедрять методы и инструкции по проведению исследований качества, наносимого наноструктурированного PVD-покрытия;
- проводить входной контроль качества заточки и состояния режущей кромки для всего поступающего на покрытие инструмента;
- проводить контроль качества, выполненного наноструктурированного PVD-покрытия, в том числе с применением специального оборудования по определению толщины и адгезии, оформлять протоколы контроля;
- принимать участие в экспериментальных работах по определению стойкости наносимого наноструктурированного PVD-покрытия в условиях действующего производства, вносить корректировки в рецептуру покрытий;
- участвовать в работе по проведению анализа причин брака и выпуска продукции низкого качества, разрабатывать мероприятия по их предупреждению и устранению;
- совершенствовать методы исследования качества покрытия в целях повышения производительности труда, снижения трудоемкости, экономии материалов, улучшения организации рабочих мест и ликвидации брака;
- осуществлять контроль эксплуатации лабораторного оборудования и оборудования снятия покрытия, своевременно принимать меры по устранению выявленных неисправностей и представлять его на периодическую государственную проверку;
- проводить работу по проведению анализа причин брака и выпуска продукции низкого качества, принимать участие в разработке мероприятий по их предупреждению и устранению, а также в рассмотрении поступающих рекламаций;
- составлять отчетность о производственной деятельности, обобщению и внедрению передового отечественного и зарубежного опыта в технологии производства аналогичной продукции;
- участвовать в работе по определению номенклатуры измеряемых параметров и оптимальных норм точности измерений, по выбору необходимых средств их выполнения, осуществлять контроль соблюдения нормативных сроков обновления продукции и подготовки ее к аттестации и сертификации;
- организовывать проведение не предусмотренных технологическим процессом выборочных проверок качества готовой продукции, сырья, материалов, полуфабрикатов изделий, качества и состояния технологического оборудования и инструмента, условий производства, хранения и транспортировки продукции;

– обеспечивать контроль испытаний готовых изделий и оформлением документов, удостоверяющих качество продукции (работ, услуг), подготовкой рекламаций при нарушениях поставщиками требований к качеству поставок.

Для формулировки обобщенных трудовых функций были проведены экспертные опросы и использован специальный инструментарий для проведения полужформализованного фокусированного интервью на предприятиях по проведению испытаний износостойких наноструктурированных PVD - покрытий. Обобщенные трудовые функции объединяют согласно уровням квалификации трудовые функции и раскрывают специфику направлений деятельности (функциональная карта вида профессиональной деятельности).

Каждая трудовая функция содержит перечень трудовых действий, которые совершает, находясь на своем рабочем месте, специалист в области испытаний износостойких наноструктурированных PVD - покрытий.

Кроме перечня трудовых действий, каждая трудовая функция имеет следующие характеристики: необходимые умения, необходимые знания, условия работы.

Разработка профессионального стандарта позволит осуществить подготовку специалистов нового уровня, актуализировать подходы к обучению инженерных кадров в области испытаний износостойких наноструктурированных PVD - покрытий, обновить содержание образовательных программ в соответствии с современными научными знаниями и актуальными требованиями к организации работы в сфере наноиндустрии.

© Куликова Д.И., Хисамутдинов Р. М., 2016

УДК 66.00

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ ИЗНОСОСТОЙКИХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ PVD – ПОКРЫТИЙ

¹Куликова Д. И., ²Хисамутдинов Р. М.

¹*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет»*

²*Технологического центра ПАО «КАМАЗ», г. Казань*

Аннотация

Разработан проект профессионального стандарта, основой которого являются квалификационные требования рынка труда к компетенциям работников, занятых в разработке износостойких наноструктурированных PVD - покрытий

Ключевые слова

Профессиональный стандарт, профессионально-квалификационная структура

Развитие современного наукоемкого производства невозможно без разработки и использования инновационных материалов. В 2016 году под руководством Фонда инфраструктурных и образовательных программ (РОСНАНО) начата разработка профессионального стандарта «Специалист по исследованиям и разработке наноструктурированных PVD - покрытий». Базовым предприятием по разработке профессионального стандарта «Специалист по исследованиям и разработке наноструктурированных PVD - покрытий» является ПАО «КАМАЗ», город Набережные Челны, Республика Татарстан. Задачей специалиста по исследованию и разработке наноструктурированных PVD - покрытий является исследование и внедрение процессов формирования покрытий в вакууме (Physical vapour deposition). Методы физического осаждения покрытий универсальны с позиции получения одно- и многослойных покрытий практически любого состава, в том числе с наноразмерной структурой.

Все PVD-процессы, независимо от их технологических особенностей и применяемого оборудования, состоят из следующих стадий:

- прогрев и очистка поверхности инструмента ионами газа или металла;
- генерация плазмы и формирование ионного потока;
- ускорение и доставка ионного потока к поверхности инструмента;
- конденсация покрытия на поверхности инструмента.

Специалист по исследованиям и разработке наноструктурированных PVD - покрытий на первом этапе осуществляет анализ условий эксплуатации объекта, определяет показатели, которые должны быть улучшены в результате применения методов поверхностной упрочняющей обработки объекта. На втором этапе специалист по исследованиям и разработке наноструктурированных PVD - покрытий определяет физико-механические свойства поверхностного слоя объекта, наиболее сильно влияющих на выходные показатели эксплуатации. На третьем этапе специалист по исследованию и разработке наноструктурированных PVD - покрытий выбирает метод поверхностного упрочнения. Заключительным этапом является назначение технологических режимов обработки рабочих поверхностей объекта исходя из условий обеспечения требуемых параметров поверхности и поверхностного слоя объекта.

Вид профессиональной деятельности «Разработка износостойких наноструктурированных PVD - покрытий» отражает квалификационные требования к работникам, обеспечивающим технологический цикл по исследованиям и разработке наноструктурированных PVD - покрытий.

Специалист по исследованиям и разработке наноструктурированных PVD - покрытий должен уметь:

проводить анализ характеристик PVD - покрытий – аналогов, проводить комплексные исследования по направлению нанесения наноструктурированных PVD - покрытий;

осуществлять разработку новой рецептуры наноструктурированных PVD - покрытий,

осуществлять разработку образца новых наноструктурированных PVD - покрытий;

проводить испытание изделия с новым наноструктурированным PVD-покрытием;

проводить контроль качества нового наноструктурированного PVD-покрытия, внедрять методы и инструкции по проведению исследований качества наносимого наноструктурированного PVD-покрытия;

составлять сводные научно-технические отчеты по разработке новых разработках наноструктурированных PVD - покрытий;

принимать участие в экспериментальных работах по определению стойкости наносимого наноструктурированного PVD-покрытия в условиях действующего производства, вносить корректировки в рецептуру покрытий;

участвовать в работе по проведению анализа причин брака и выпуска продукции низкого качества, разрабатывать мероприятия по их предупреждению и устранению;

совершенствовать методы исследования качества покрытия в целях повышения производительности труда, снижения трудоемкости, экономии материалов, улучшения организации рабочих мест и ликвидации брака;

осуществлять работу по разработке и внедрению в производство новых методов лабораторного контроля, а также совершенствованию существующих методов;

осуществлять испытания новых и модифицированных образцов наноструктурированных PVD - покрытий, согласовывать техническую документации на эту продукцию с целью обеспечения условий для эффективного контроля ее качества;

участвовать в работах по подготовке продукции к государственной аттестации и сертификации;

подготавливать предложения по совершенствованию нормативно-технической документации, устанавливающей требования к качеству продукции;

заполнять лабораторные журналы и своевременно оформлять результаты анализов и испытаний.

Проект профессионального стандарта «Специалист по исследованиям и разработке наноструктурированных PVD - покрытий» описывает квалификационные требования, предъявляемые к работникам. Нормативный документ содержит минимальные требования, предъявляемые к образованию и обучению работника, опыту практической работы, описывает особые условия допуска к работе.

Профессиональный стандарт содержит четко структурированные трудовые действия работника, необходимые знания и умения для выполнения своих профессиональных обязанностей.

Профессиональный стандарт позволяет работодателю контролировать профессионализм работников, оценивать сотрудников с целью повышения

(обновления) их профессионального уровня для повышения эффективности и качества труда, снизить затраты на подбор кадров.

© Куликова Д.И, Хисамутдинов Р. М., 2016

УДК 330.3

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФОНДА ИНФРАСТРУКТУРНЫХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ РОСНАНО ПО РАЗВИТИЮ
КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА НАНОИНДУСТРИИ
Нисимов С.У.

*Отдел по работе с образовательными программами,
департамент образовательных программ ФИОП РОСНАНО, г. Москва*

Фонд инфраструктурных и образовательных программ создан на основании Федерального закона «О реорганизации Российской корпорации нанотехнологий» от 27.07.2010 №211-ФЗ. Целью деятельности Фонда является развитие инфраструктуры в сфере нанотехнологий, включая реализацию уже начатых РОСНАНО образовательных и инфраструктурных программ.

На настоящее время при поддержке Фонда разработано порядка 150 образовательных программ для подготовки специалистов, обладающих новыми технологическими компетенциями. В системе электронного образования «e-Learning» организована открытая коллекция цифровых ресурсов по нанотехнологиям, инженерии и естественно-научному образованию. В системе представлено более 347 электронных модулей. Фондом организована сетевая Межвузовская программа подготовки инженеров в сфере высоких технологий (<http://edunano.ru>). Фондом разработаны и прошли утверждение 45 профессиональных стандартов по перспективным инженерным профессиям в наноиндустрии (<http://mos-hi-tech.ru/>). Инициирована и реализуется программа «Развитие системы оценки профессиональных квалификаций в наноиндустрии». В рамках этой программы открывается три центра независимой, профессиональной оценки квалификаций специалистов нанотехнологического профиля. Более 600 школ участвуют в программе Фонда «Школьная лига РОСНАНО», они используют 88 учебно-методических материалов в области технопредпринимательства и естественных наук для учащихся и педагогов (schoolnano.ru).

Основным направлением деятельности Фонда в области образования является разработка новых образовательных программ повышения квалификации и переподготовки в сфере нанотехнологий по прямому заказу предприятий наноиндустрии.

Принципами работы Фонда при разработке образовательных программ являются:

– содействие предприятиям наноиндустрии в формулировании заказа на подготовку персонала: консультации по вопросам описания желаемых

результатов в терминах компетенций, выбора типа и продолжительности обучения, использования профессиональных стандартов;

- конкурсный отбор разработчиков образовательных программ из числа российских вузов и научных организаций;

- участие компаний-инициаторов образовательных проектов в экспертизе конкурсных предложений, а также в мониторинге разработки и реализации программ;

- партнерство вузов-разработчиков с ведущими российскими и зарубежными университетами и компаниями;

- консультации, вебинары и очные семинары по вопросам изучения квалификационных запросов предприятий, создания оценочных средств и электронных учебных курсов для вузов-разработчиков;

- модульная структура образовательных программ, в т.ч. дистанционные учебные курсы, тренажеры и симуляторы;

- софинансирование разработки образовательных проектов со стороны нанотехнологических компаний;

- возможность дальнейшего использования вузами материалов разработанных программ в собственных программах дополнительного профессионального образования и основных образовательных программах.

На рисунках 1 и 2 отражены технологическая структура и уровни образования программ разработанных при поддержке Фонда.

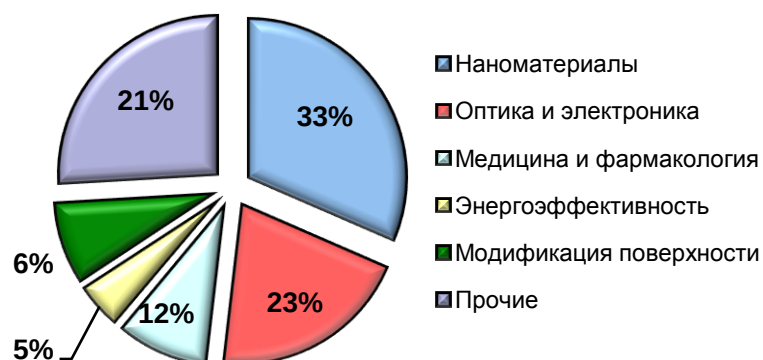


Рисунок 1- Технологическая структура образовательных программ

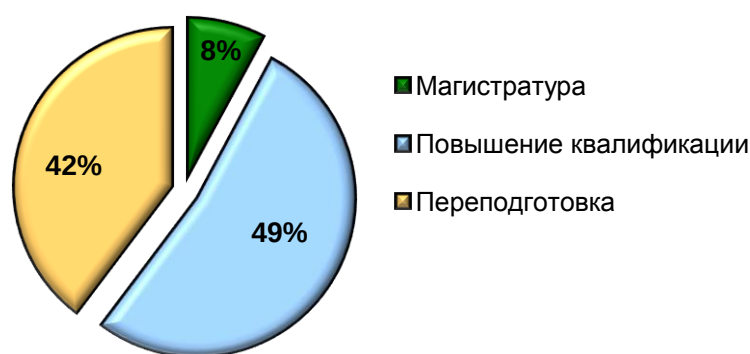


Рисунок 2 - Уровни образования.

Реализация проектов по разработке образовательных программ осуществляется в следующем порядке:

1. Получение инициативного письма от предприятия на разработку новой образовательной программы с обязательством софинансирования разработки и апробации.

2. Формулирование трудовых функций специалистов, необходимых компании, подготовка технического задания на разработку программы.

3. Конкурсный отбор исполнителя.

4. Уточнение запроса предприятия и разработка образовательной программы. Этап финансируется Фондом инфраструктурных и образовательных программ.

5. Обучение пилотной группы слушателей - сотрудников предприятия. Этап финансируется предприятием. Оценка программы предприятиями.

6. Размещение образовательной программы в электронном реестре РОСНАНО <http://www.startbase.ru/edu/>

Ниже приведены примеры разработанных образовательных программ: предприятие – инициатор проекта, тематика и исполнитель. Все проекты можно разделить на три типа:

Первый тип программ - подготовка кадров для запуска и становления производства:

- «Новые инструментальные решения» - металлорежущий инструмент - Рыбинский государственный авиационный технологический университет;

- «Уралпластик-Н» - полимерная пленка - Уральский федеральный университет;

- «ПЭТ-Технолоджи» - ядерная медицина - Башкирский государственный медицинский университет.

- Второй тип - программы подготовки кадров для развития компании:

- «Вириал» - нанокерамика - Санкт Петербургский государственный технологический университет;

- «Керам» - композитная нанокерамика - Башкирский государственный университет;
- «НИИМЭ и Микрон» - наноэлектроника - Московский институт электронного техники;
- «ДжиЭс-Нанотех» - наноэлектроника - Петрозаводский государственный университет;
- «НИИ «Экран» - оптические элементы лазерных комплексов - Самарский государственный авиационный университет;
- «Электонд» - конденсаторы - Ижевский государственный технический университет.
- Третий тип - программы для продвижения на рынок продукции предприятий:
 - «ИРЭ-Полюс» - применение лазерных комплексов - Московский институт радиоэлектроники и автоматики;
 - «РМ Нанотех» - применение мембранных модулей - Владимирский государственный университет;
 - «ISBC» - RFID-метки в зоотехническом и складском учете - Белгородский государственный университет;
 - «Геномный центр РидСенс» - генетические тесты для редких заболеваний - Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова;
 - «Русхимбио» - контроль качества и безопасности сырья и готовой пищевой продукции - Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины.

На начало 2016 года в рамках апробации разработанных образовательных программ прошли обучение 4 303 специалиста нанотехнологических предприятий. В результате использования материалов образовательных программ Фонда было обучено 41 582 чел.: по программам дополнительного образования - 20 524 чел.; по основным образовательным программам - 21 058 чел.

Фондом регулярно проводятся исследования по результативности образовательных проектов Фонда и влиянии этих проектов на образовательную и научно-исследовательскую деятельность университетов в сфере нанотехнологий. На основании анализа информации более чем 30 вузов завершивших разработку образовательных программ по заказу Фонда в последние три года следует отметить увеличение в вузах количества профильных образовательных программ, связи с профильными предприятиями (Рис.3).

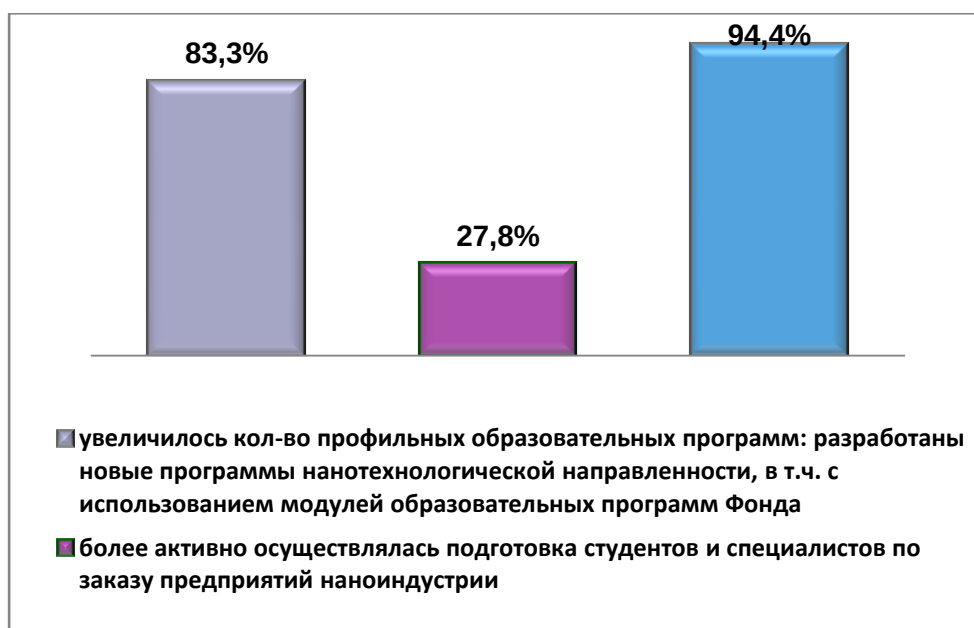


Рисунок 3- Подготовка кадров для наноиндустрии (доля вузов от общего объема выборки, %).

Также, работа над образовательными программами приводят к изменениям в организационной структуре и управлении вузов (Рис.4).



Рис.4. Изменения в организационной структуре и управлении вузов (доля вузов от общего объема выборки, %)

ТЕХНОЛОГИЗАЦИЯ АССОЦИАТИВНЫХ МЕТОДОВ
ПОИСКА НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Райский В.В.

Бакирский государственный университет, г. Уфа

Современные образовательные программы и профстандарты предполагают постановку творческих задач в процессе обучения, которые обладают рядом особенностей. Во-первых, в них всегда присутствует парадокс, решение которого диктуется действительностью. Во-вторых, в творческих задачах всегда присутствует некая неопределенность, зависящая от количества исходной информации (см. рисунок 1). Все решения творческой задачи всегда многовариантны. Поэтому возникает необходимость оценки и выбора оптимального варианта решения. [1, с.5]

В силу перечисленных особенностей трудно ожидать создания такого универсального метода, который позволял бы получать однозначные решения различных творческих задач! Более приемлемым направлением развития эвристики на современном этапе является технологизация существующих методов творчества. [2, с.35]

Первый вопрос, который возникает при решении творческой задачи, традиционный – что делать? Для ответа на этот вопрос предлагается использовать логико-смысловую модель – "Навигатор решения творческих задач" (см. рисунок 1).

Он представляет собой систему координат, описывающую многомерное пространство необходимых действий и последовательность их выполнения. Сами координаты обозначают выполняемые действия, а узлы на осях – средства или шаги по их реализации. Межосевое пространство представлено в виде матрицы, пересечение узлов которой есть операторы действия. Обход навигатора начинается по часовой стрелке.

Постановка творческих задач принципиально отличается от чисто логических. В исходных условиях творческой задачи может быть описана (шаг 1, координата K1) проблемная ситуация или задача в общем виде. Информация может быть представлена в вербальном виде, в форме модели или изобразительными средствами.

Решение нужно начинать с уточнения проблемной ситуации или задачи. Поэтому на втором шаге формируется внешний план (K2). Он помогает вникнуть в суть проблемы, установить составные элементы объекта, устойчивые связи и отношения между ними, способствует формированию образа, адекватного реальному объекту. Внешний план может быть представлен в виде пиктограммы, рисунка или логико-смысловой модели – вэполя.

Вэполь – это модель минимальной материальной системы, состоящая из двух веществ V_1 и V_2 и поля Π . Условно вэполи изображаются графически в виде структурных формул (см. рисунок 2). Отрезки прямых обозначают связи

между элементами модели. Система, состоящая из большого количества элементов, описываются цепочкой вѐполей.

На третьем шаге (К3) в соответствии с проблемной ситуацией формулируются начальные условия и ставится задача или, в случае постановки исходной задачи, переформулируются, дополняются условия и уточняется задача. Задача в вербальном виде может быть сформулирована по следующей универсальной форме: предложить объект (вещество, способ, устройство, образовательный объект), содержащий (известные обязательные признаки), обеспечивающий (указывается цель) или обладающий (указываются новые признаки) определенными признаками. После этого составляется план решения, заключающийся в выборе метода решения уточненной задачи. На четвертом шаге (К4) осуществляется поиск решения задачи с помощью выбранных эвристических приемов, методов, законов развития систем.

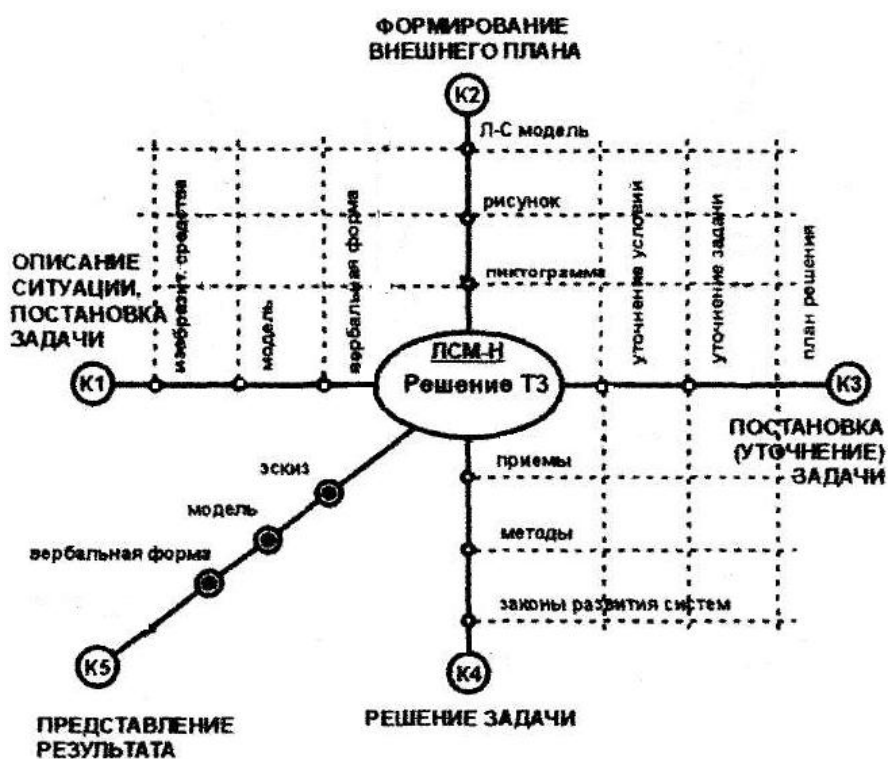


Рисунок 1 – Логико-смысловая модель – "навигатор решения творческих задач"

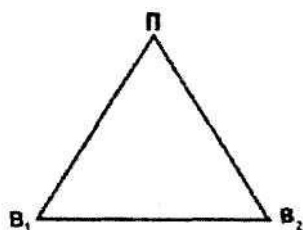


Рисунок 2 – Структурная формула вѐполя

Если удовлетворительного решения не получено, необходимо вернуться к внешнему плану (координата К2), переформулировать задачу, например для надсистемы и попытаться получить решение на новом уровне.

После получения приемлемого результата производится его оформление (K5): рисуется эскиз нового объекта, составляется его описание, при необходимости изготавливается модель.

В целях конкретизации шага K4 – поиска решения задачи – можно аналогичным образом составить логико-смысловую модель (ЛСМ) – "координатор" для каждого метода творчества. На рисунке 3 представлен "координатор" метода фокальных объектов (МФО).

Поиск решения осуществляется в следующей последовательности. На шаге K1 необходимо определить основные признаки фокального объекта (ФО) – объекта изобретения.

Пространство возможных признаков объектов представляет собой пространство возможных решений. Для повышения эффективности поиска новых решений проведена его структуризация по основным видам признаков объектов. Шаги по определению признаков фокального объекта K1 выполняются в соответствии с логико-смысловой моделью пространства, признаков объектов (см. рисунок 4). Обход модели осуществляется по часовой стрелке. Состав фокального объекта (K1) определяется путем его декомпозиции на составные элементы. Выявляются эстетические (K3), эргономические (K4) и конструктивные (K5) свойства, функции (K6). Категории свойств могут меняться в соответствии с условиями задачи.

Выявить функции – означает определить действия, которые совершают объект или его составные элементы. Общепринятый подход к формулировке функций предусматривает выполнение следующего правила: формулировка функции должна выражаться лаконично, по возможности двумя словами – глаголом и существительным.

По роли в удовлетворении потребностей, обеспечении работоспособности объектов и установлении степени их относительной полезности функции подразделяются на главные, основные и вспомогательные.

Главная функция определяется назначением фокального объекта. Система, обычно, имеет одну главную функцию, реже две и более.

Основная функция непосредственно не связана с назначением объекта и используется для реализации главной функции. Без строго заданного набора основных функций не может быть осуществлена главная функция.

Для правильного выявления основных функций используются следующие проверки.

1. Если главная функция объекта не осуществима с помощью выявленного набора основных функций – это значит, что в этом наборе их недостаток.

2. Если главная функция объекта может быть осуществлена без какой-либо функции из этого набора – это значит, что данная функция не является основной.

Вспомогательная функция обеспечивает условия для реализации главной и основной функций, не оказывает непосредственного влияния на главную

функцию. Вспомогательные функции приспособляют средства реализации главной и основной функций к реальным условиям окружающего мира.

Вернемся к рисунку 3. Если в условии ставится задача улучшения конкретных характеристик объекта, то путем анализа выявляются признаки фокального объекта (K2), изменением которых можно обеспечить предъявляемые требования к новому фокальному объекту. В противном случае осуществляется переход к шагу K3. Производится выбор трех-четырех случайных объектов (CO) и определяется их основные признаки (K4) в соответствии с моделью пространства признаков объекта (см. рисунок 4). Выбор случайных объектов производится наугад из любой книги, каталога, журнала и т.п. На учебных занятиях допускается выбирать случайные объекты из внешнего мира (окружающей обстановки) или внутреннего мира субъекта.

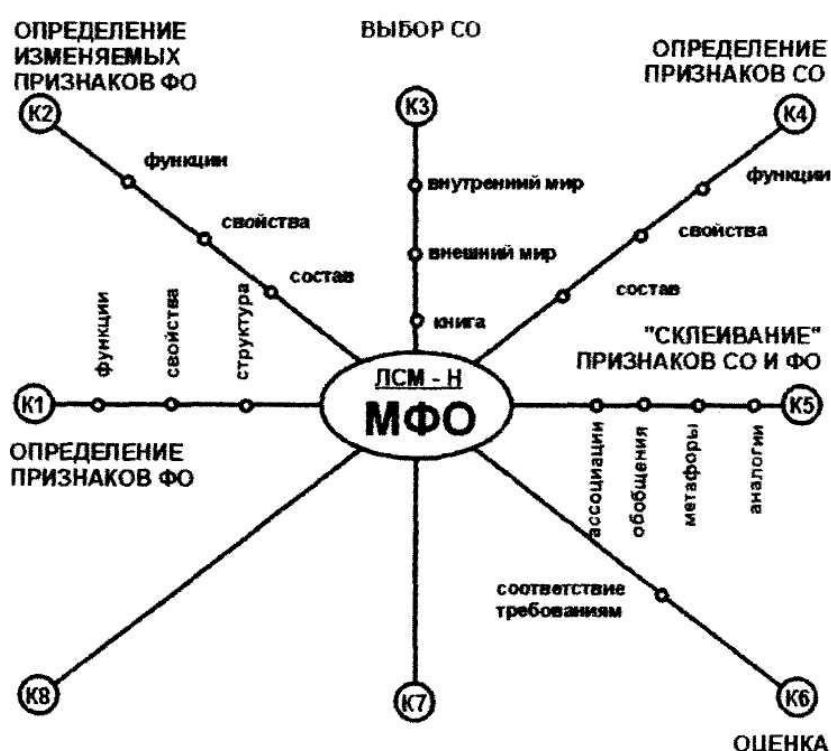


Рисунок 3 – Логико-смысловая модель – "Координатор метода фокальных объектов"

Для генерации новых идей признаки случайных объектов - состав, свойства, функции - поочередно присоединяют (см. рисунок 5) к фокальному объекту и его признаком в соответствии с координатами K1 или K2 (см. рисунок 3) в зависимости от условия задачи и "склеивают" их с помощью ассоциаций, метафор, обобщений, аналогий (K5). При этом не все словосочетания могут привести к решению. Среди множества идей одни могут оказаться фантастическими, другие – тривиальными, третьи – плодотворными.

На шаге K6 проводится оценка полученных результатов путем проверки соответствия признаков нового объекта требуемым. Если удовлетворительного результата не получено, то необходимо вернуться к шагу K3, выбрать новые случайные объекты и повторить последующие шаги.

Предложенные в данной работе универсальные инструменты конкретизируют поле поиска и детализируют общий подход при поиске новых технических решений.



Рисунок 4 – ЛСМ "Пространство возможных признаков объектов"

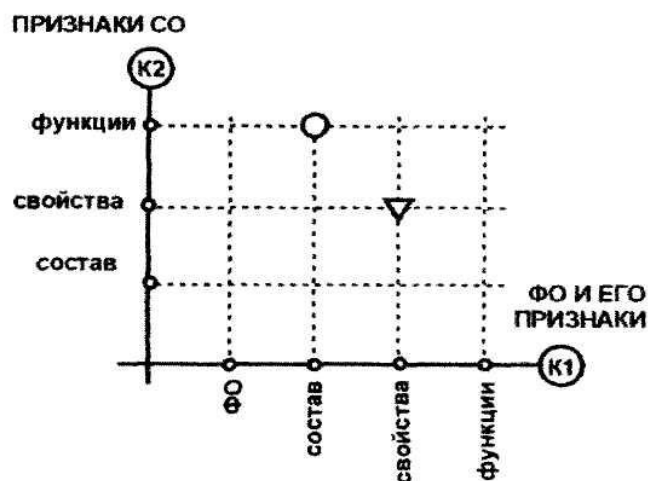


Рисунок 5 – Матрица "склеивания"

Список литературы:

1. Шаталов В.Ф. Эксперимент продолжается. – М.: Педагогика, 1989.
2. Штейнберг В.Э. Дидактические многомерные инструменты. Теория, практика, методика. – М.: Народное образование. Школьные технологии, 2002.

© Райский В.В., 2016

РОЛЬ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Рахматуллина С.Р., Габдулвалеева Э.Ф.

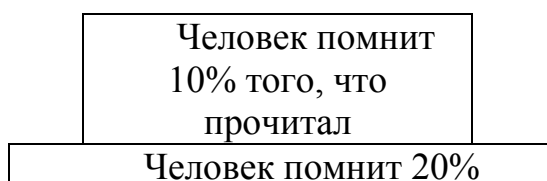
Башкирский государственный университет, г. Уфа

Высшее образование ориентировано на формирование квалифицированных, конкурентоспособных, востребованных на рынке труда специалистов. Рост требований к уровню образования, поиск методов обучения и средств повышения эффективности образовательных процессов повысили значимость практической направленности подготовки будущих выпускников. Важная роль в формировании и развитии профессиональных навыков у будущих специалистов отводится активным и интерактивным методам обучения, которые способствуют формированию умений и профессиональных навыков [1].

Интерактивное обучение осуществляется на основе диалога студентов с преподавателем и друг с другом [1]. При реализации интерактивного обучения преподаватель регулирует учебно-воспитательный процесс и занимается его общей организацией; определяет общее направление (готовит заранее необходимые задания и формулирует вопросы или темы для обсуждения в группах); контролирует время и порядок выполнения намеченного плана работы; консультирует и разъясняет сложные термины; помогает в случае серьезных затруднений. Интерактивному обучению свойственны: открытость; умение работать и взаимодействовать в команде; равенство аргументов участников; накопление и обмен знаниями; развитие продуктивных умений и навыков; обратная связь [3]. Интерактивные методы обучения создают условия, позволяющие каждому участнику высказать свою точку зрения, а все члены группы могут слушать и обучать друг друга, вырабатывать общие выводы (или варианты) в процессе совместной коллективной работы [2]. Среди интерактивных форм проведения занятий известны: интерактивная лекция; компьютерные симуляции; деловые и ролевые игры; разбор конкретных ситуаций; тренинги и др. [1].

Важная роль в интерактивном обучении отведена восприятию и переработке информации, которые служат стимулом к устно-речевому общению обучающихся (умение выражать собственное мнение, выстраивание логической последовательности, активный поиск аргументов и доказательств).

Согласно исследованиям Р. Карникау и Ф. Макэлроу, овладение знаниями в активных формах обучения положительно влияет на восприятие и запоминание информации человеком (Рис. 1.) [1].



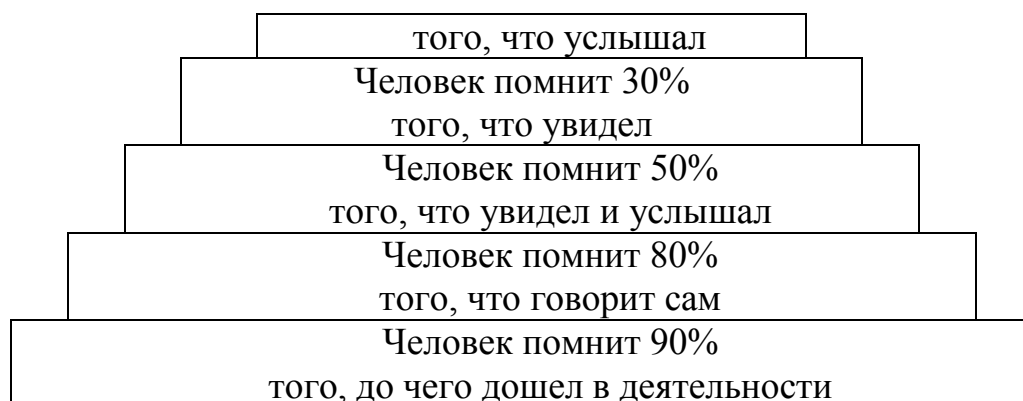


Рисунок 1 - Закономерность восприятия и запоминания информации человеком в процессе обучения [1].

Интересно отметить, что в преподавании естественнонаучных дисциплин широкое применение находит интерактивная доска. Интерактивная доска позволяет преподавателю управлять демонстрацией визуальных материалов, концентрировать внимание учащихся на принципиальных моментах и делать учебный процесс более эффективным [4]. Активно внедряются мультимедийные технологии, представляющие собой информационные технологии на основе программно-аппаратного комплекса [5]. Применение мультимедийных технологий в учебном процессе повышает активность и внимание студентов, сокращает время освоения излагаемого материала, что способствует приобретению новых знаний и умений по дисциплине [6].

Рассмотрим некоторые интерактивные методы обучения, применяющиеся в образовательном процессе.

Интерактивная лекция объединяет в себе основы традиционной лекции и тренинговой игры, которая используется, когда носителем уникальной информации являетесь Вы (или другой предметный эксперт) и когда ресурс времени и других информационных источников ограничен (проблемная лекция, лекция-консультация, лекция-дискуссия, лекция-провокация, лекция-исследование, лекция-визуализация и др.).

Ролевая игра используется для решения комплексных задач усвоения нового материала, закрепления и развития творческих способностей, формирования обще-учебных умений. Она дает возможность обучающимся понять и изучить материал с различных позиций.

Мозговой штурм (англ. Brainstorming) позволяет найти решение сложных проблем путем применения специальных правил обсуждения. Широко используется во многих организациях для поиска нетрадиционных решений самых разнообразных задач.

Анализ конкретных учебных ситуаций (метод кейсов) – метод обучения, предназначенный для совершенствования навыков и получения опыта в следующих областях: выявление, отбор и решение проблем; работа с информацией - осмысление значения деталей, описанных в ситуации; анализ и синтез информации и аргументов; работа с предположениями и заключениями;

оценка альтернатив; принятие решений; слушание и понимание других людей-навыки групповой работы [7].

Метод проектов. Проект – это разработка замысла, идеи, детального плана того или иного практического продукта. Результат проекта можно осмыслить; применить в практической деятельности. Для достижения результата необходимо научить обучающихся самостоятельно мыслить; находить и решать проблемы, используя знания из разных областей; прогнозировать результаты и возможные последствия разных вариантов решения; устанавливать причинно-следственные связи.

Умение пользоваться методом проектов – показатель высокой квалификации преподавателя, его прогрессивной методики обучения и развития обучающихся [8].

Расчетно-графическая работа (РГР) – это самостоятельное исследование студента. РГР преследует следующие цели:

- систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний и практических умений;
- приобретение опыта работы с источниками информации, умение обобщать и анализировать научную информацию, вырабатывать собственное отношение к проблеме;
- умение применять информационные и компьютерные технологии для решения поставленных задач;
- анализ результатов собственных исследований и формулирование выводов полученных результатов.

Выполняя РГР, студент совершенствует знания и умения, полученные в процессе изучения дисциплины, которые помогают ему в будущем выполнить более сложные задачи (дипломная работа, научное исследование, диссертация) [9].

Разберем образовательные технологии, повышающие качество образования и формирующие у студентов необходимые компетенции.

Технология блочно-модульного обучения – метод обучения, при котором содержание учебного материала организовано в рамках модулей (крупных блоков). Модуль – логически завершенная часть содержания учебного материала, требующая изучения за конкретный промежуток времени. Результатом блочно-модульного обучения могут служить образовательные кластеры, выполненные в виде схем и таблиц [10].

Технология укрупнения дидактических единиц улучшает показатели обучения за счет значительной экономии учебного времени. Укрупненная дидактическая единица – часть учебного процесса, состоящая из логически различных элементов, обладающих информационной целостностью [10].

Компьютерные технологии позволяют отрабатывать и контролировать усвоение лекционного материала в ходе выполнения практических и лабораторных работ и создавать собственные проекты. Компьютерные технологии индивидуализируют процесс обучения, увеличивают скорость и

качество усвоения учебного материала, позволяют имитировать участие в процессах, происходящих на экране монитора [10].

Майнд-менеджмент позволяет работать с информацией в понятном и наглядном виде (интеллект-карты), эффективно решать нестандартные задачи. В основу положен принцип визуализации – образной передачи информации, что соответствует естественной ассоциативной природе мышления человека [10].

Образовательные технологии повышают активность студентов, позволяют анализировать предоставленный объем информации, быстро принимать взвешенные решения.

Следует отметить, что среди студентов медицинских вузов распространена методика *симуляционного обучения студентов-медиков* на основе разыгрываемых ситуационных задач с привлечением «стандартизированных пациентов». Такая методика является ценным инструментом развития профессиональных навыков студентов медицинских вузов [11].

В последнее время интерес к интерактивным методам обучения в образовательном процессе все более усиливается, способствуя вовлечению обучающихся в активную образовательную деятельность.

Список литературы:

1. Соболев В.Ю., Киселева О.В. Интерактивные методы обучения как основа формирования компетенций // Высшее образование сегодня. 2014. № 9. С. 70-74.
2. Хидоятова Д.А. Формирование у учителя умений и навыков использования интерактивных методов обучения (в условиях повышения квалификации) // Высшее образование сегодня. 2011. № 11. С. 59-63.
3. Лазутова Л.А., Сонаева И.Е. Интерактивные формы обучения студентов иностранному языку с использованием видеофильмов // Высшее образование сегодня. 2014. № 10. С. 101-104.
4. Данькова Е.В., Иванова Т.Е. Работа с интерактивной доской на факультативных занятиях по биологии // Биология в школе. 2011. № 7. С. 31-33.
5. Епифанова М.А. О роли мультимедийных технологий в формировании социально значимой иерархии мотивов учения учащихся // Высшее образование сегодня. 2011. № 11. С. 53-56.
6. Панфилов С.А., Некрасова Н.Р. Применение мультимедийных технологий в учебном процессе высшей школы // Интеграция образования. 2014. № 1. С. 95-101.
7. Реутова Е.А. Применение активных и интерактивных методов обучения в образовательном процессе вуза (методические рекомендации для преподавателей Новосибирского ГАУ). – Новосибирск: Изд-во, НГАУ, 2012. – 58 с.
8. Дедок И.Н. Что такое проект? Что такое метод проектов? [Электронный ресурс]. 2012. Дата обновления: 23.02.2012. URL: <http://do.gendocs.ru/docs/index-187785.html> (дата обращения: 15.10.2016).

9. Расчетно-графическая работа. [Электронный ресурс].2010. URL:<http://yandex.ru/yandsearch?lr> (дата обращения: 15.10.2016).

10. Авдеева Е.А., Дроздова И.А. Активность студента и современные педагогические технологии в образовательном процессе высшей школы // Высшее образование в России. 2016. № 1. С. 155-157.

11. Зинченко О.В., Муравьева А.А., Владимирова О.В. Симуляционное обучение студентов-медиков // Высшее образование в России. 2016. № 4. С. 166-167.

© Рахматуллина С.Р., Габдулвалеева Э.Ф., 2016

УДК 37+66

РАЗРАБОТКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ

Шаяхметов У.Ш., Чудинов В.В.

Бирский филиал Башкирского государственного университета, г. Бирск

Сотрудники кафедры инженерной физики и физики материалов инженерного факультета БашГУ являются разработчиками профессионального стандарта «Специалист по производству изделий из наноструктурированных изоляционных материалов» под руководством Фонда инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО, базовым предприятием выступило предприятие ООО «Агидель» (завод теплоизоляционных материалов Baswool).

Необходимость разработки профессиональных стандартов обусловлено потребностью рынка труда в быстрой адаптации производства к развивающейся экономике. Благодаря внедрению профессиональных стандартов работники, работодатели и система образования получают ряд следующих преимуществ:

- работникам предоставляется возможность определять свой профессиональный уровень, оценить потребности и возможности в профессиональной подготовке, определять четкие и ясные пути карьерного роста, получать рекомендации для прохождения сертификации или аккредитации, повышать свою мобильность;

- работодатели получают возможность контролировать профессионализм своих и потенциальных работников, оценивать сотрудников с целью повышения их профессионального уровня для повышения эффективности и качества и производительности труда, снизить затраты на подбор кадров;

- система профессионального образования в виде профессиональных стандартов получит содержательную основу для обновления образовательных стандартов, ориентир для разработки учебных программ, в том числе программ повышения квалификации и переподготовки кадров, разработке методических материалов.

При разработке проектов профессиональных стандартов привлекаются эксперты - специалисты ведущих предприятий в области производства, представители академических сообществ, научно-производственных

объединений. Проекты профессиональных стандартов проходят широкое обсуждение. Так при разработке проекта профессионального стандарта «Специалист по производству изделий из наноструктурированных изоляционных материалов» были реализованы три этапа:

первый этап - создание макета, методом анкетирования работников непосредственно занятых в производстве, обсуждение стандарта на уровне специалистов базового предприятия;

второй этап - реализация обсуждения проекта стандарта в среде специалистов родственных предприятий, научных работников и преподавателей средних и высших учебных заведений;

третий этап - проведение публичного обсуждения проекта профессионального стандарта.

При публичном обсуждении информация была размещена в Интернете (Министерство труда и социальной защиты РФ <http://www.rosmintrud.ru/>, Научно-исследовательский институт труда и социального страхования <http://www.niitruda.ru/>, Национальное Агентство Развития Квалификации (НАРК) <http://www.nark-rspp.ru/>, Межотраслевое объединение nanoиндустрии <http://www.monrf.ru/> и др.). Так же на базе инженерного факультета БашГУ был организован круглый стол для обсуждения проекта профессионального стандарта с привлечением широкого круга специалистов – производственников.

Содержание проекта разработанного профессионального стандарта является основой формирования требований к результатам освоения и условиям реализации образовательных программ по направлениям высшего образования: 04.04.02 -Химия, физика и механика материалов, 15.03.02 - Технологические машины и оборудование, 18.03.01 - Химическая технология (бакалавр), 18.04.01 - Химическая технология (магистр), 28.03.03 и 28.04.03 Наноматериалы, 22.03.01 и 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов. А так же по специальностям среднего профессионального образования: 18.02.03 Химическая технология неорганических веществ, 18.02.05 Производство тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и изделий.

Сформулированные в проекте профессионального стандарта трудовые функции и трудовые действия достаточно просто трансформируются в образовательные компетенции.

Для разработчиков образовательных стандартов и программ профессиональные стандарты являются ценнейшим направляющим ориентиром, сформированным потребителями выпускников системы образования.

Работа выполнена в рамках проекта «Разработка образовательных программ ФИОП РОСНАНО»

© Шаяхметов У.Ш., Чудинов В.В., 2016

ИЗ ОПЫТА РАЗРАБОТКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ В ОБЛАСТИ ИССЛЕДАВАНИЙ И
ПРОИЗВОДСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ ПЕНОКЕРАМИКИ
СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

¹Шаяхметов У.Ш., ¹Халиков Р.М., ²Латыпова Т.В., ¹Чудинов В.В.

¹*Башкирский государственный университет, г. Уфа*

²*Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа*

Низкие теплопроводность и теплоемкость, высокая пористость и малый объемный вес ультралегковесных, не горючесть пенокерамики делают её незаменимым материалом во многих строительных конструкциях. При этом высокая пористость предопределяет её наиболее ценные потребительские свойства, но значительно снижает прочность изделий.

Многофазная система пенокерамики формируется за счет: наполненных воздухом «микропор»; аморфной фазы неорганической связи и кристаллической фазы тугоплавких наполнителей. Теплопроводность наноструктурированной керамики может быть уменьшена путем конструирования газонаполненных материалов.

В настоящее время в различных отраслях отечественной промышленности наблюдается острая проблема с производством негорючих теплоизоляционных влагостойких строительных материалов. Для решения этой проблемы разработана образовательная программа для повышения квалификации и переподготовки специалистов в области разработки и производства высокопористой наноструктурированной пенокерамики строительного назначения (НПКС). Эта программа поможет предприятиям разрабатывать новые технологии получения материалов НПКС с улучшенными эксплуатационными свойствами, способные конкурировать с зарубежными аналогами. Специалисты в области применения таких керамических материалов востребованы и в других отраслях промышленности (газовая, нефтехимическая, строительная и др.).

Уфимским государственным нефтяным техническим университетом совместно с Башкирским Государственным университетом при поддержке Фонда инфраструктурных и образовательных программ ОАО РОСНАНО была разработана образовательная программа повышения квалификации в области разработки и производства высокопористой наноструктурированной пенокерамики строительного назначения.

Образовательная программа посвящена решению современной проблемы в технике и технологии производства высокопористой наноструктурированной пенокерамики строительного назначения - разработке и производству высокоэффективных пенокерамических материалов из наноструктурированной композиционной керамики.

Программа представляет собой комплекс нормативно-методической документации, регламентирующей содержание, организацию и оценку

образовательных результатов. Основная цель обучения по программе – прошедший обучение и итоговую аттестацию должен быть готов к профессиональной деятельности в качестве: 1) инженеров-исследователей материалов из наноструктурированной пенокерамики строительного назначения; 2) инженеров-технологов материалов из наноструктурированной пенокерамики строительного назначения; 3) руководителей производства материалов из наноструктурированной пенокерамики строительного назначения.

Образовательная программа содержит три профессиональных модуля (ПМ) и один междисциплинарный курс (МДК) обязательный для всех целевых групп. Модули включают в себя теоретическую подготовку слушателей в области физико-химических свойств керамики, нанокерамики наноструктурированной композиционной керамики, а также специальные знания по технологии и применению различных видов высокопористой наноструктурированной пенокерамики строительного назначения. Каждый модуль завершается практикой.

Представленные ниже образовательные компетенции (ОК) были сформулированы на основании изучения запросов проектных компаний и квалификационных дефицитов потенциальных обучающихся. Были использованы следующие методы исследования: анализ документов предприятий и экспертное интервью.

Структура образовательной программы представлена в таблице 1.

Таблица 1

Результаты и структура образовательной программы

Код	Формулировка образовательного результата	Структурная единица
	Знать: Понятие пенокерамических материалов. Виды пенокерамики. Назначение. Технологию производства НПКС. Оборудование для НПКС. НООТ и ПТБ при производстве НПКС.	МДК 00. Наноструктурированная пенокерамика строительного назначения.
ПК 1.1	Разрабатывать технологии производства материалов и изделий из НПКС.	ПМ 1. Методы разработки материалов и изделий из наноструктурированной пенокерамики строительного назначения. Статус ПМ: обязательный. МДК 01.01 Свойства наноструктурированной пенокерамики МДК 01.02 Методы
ПК 1.2	Разрабатывает рекомендации по применению материалов и изделий из НПКС.	

		<i>исследования свойств материалов из наноструктурированной пенокерамики</i> ПП 01.01 Практика в модельной ситуации. ПП 01.02 Производственная практика (Разработка НПКС с заданными свойствами).
ПК 2.1	Разрабатывать технологические нормативы, инструкции, маршрутные карты, карты технического уровня и качества продукции, вносить изменения в техническую документацию в связи с корректировкой технологических процессов и режимов производства материалов и изделий из НПКС.	ПМ 2. Технология производства пенокерамики строительного назначения. Статус ПМ: вариативный. МДК 02.01 Технологии производства пенокерамики строительного назначения. МДК 02.02 Контроль качества производственного процесса пенокерамики строительного назначения. ПП 02.01 Практика в модельной ситуации. ПП 02.02 Производственная практика.
ПК 2.2	Разрабатывать технические задания на проектирование специальной оснастки, инструмента и приспособлений, предусмотренных технологией, технические задания на производство нестандартного оборудования, средств автоматизации и механизации при производстве материалов и изделий из НПКС.	
ПК 2.3	Осуществлять технический контроль за качеством технологического процесса производства материалов и изделий из НПКС.	
ПК 2.4	Разрабатывать мероприятия связанные с корректировкой технологии по повышению качества продукции из НПКС.	
ПК 3.1	Планировать реализацию технологического процесса производства материалов и изделий из НПКС.	ПМ 2. Организация производства пенокерамики строительного назначения. МДК 03.01 Организация производства наноструктурированной пенокерамики строительного назначения.

		ПП 03.01 Практика в модельной ситуации. ПП 03.02 Производственная практика.

Предусмотрена реализация образовательной программы посредством дистанционной формы обучения.

Изучение новых образовательных дисциплин в области керамического материаловедения позволяет слушателям освоить новые технологии, которые обеспечивают разрабатываемым материалам не только их повышенную прочность, но и высокие эксплуатационные свойства: теплопроводность, термостойкость, влагостойкость и стойкость в агрессивных средах, электроизоляционные свойства и др.

Слушатели программы знакомятся с новейшей нормативно-технической и справочной литературой, современными программными продуктами по разработке и созданию НПКС и получают тот уровень знаний, который необходим в современных условиях.

Учебным планом предусмотрено выполнение итоговой аттестационной работы, оценка которой учитывает работу в лаборатории, на предприятиях, а также самостоятельную работу обучающегося.

Программа прошла апробацию на предприятиях производящих керамику. Слушателями на практике в модельной ситуации были синтезированы образцы пенокерамических материалов из глины карьера ООО «Элма» Бирского месторождения Республики Башкортостан (Рис.1-3).



Рис.1. Образцы пенокерамического материала с разным содержанием карбида кремния после обжига.

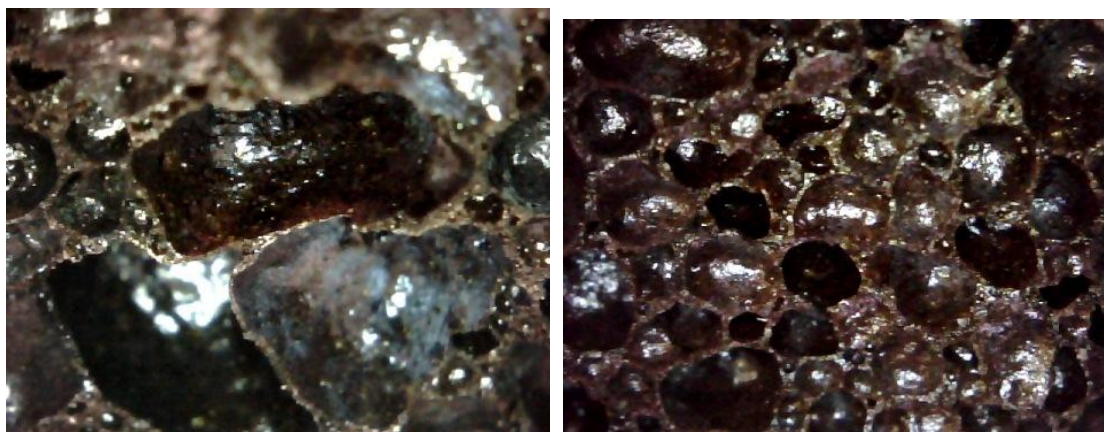


Рис.2. Поверхность пенокерамических образцов под микроскопом, SiC-1% (слева), SiC-0,2% (справа).

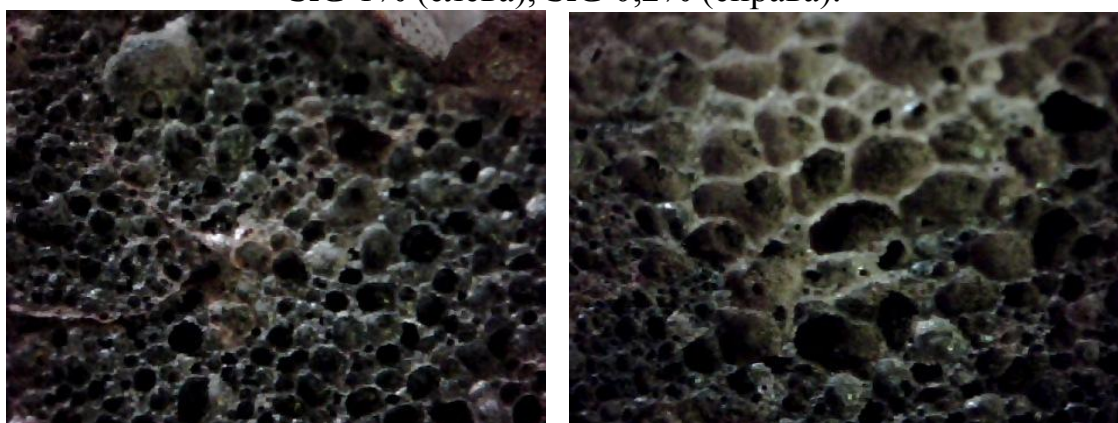


Рис.3. Поверхность распила пенокерамических образцов под микроскопом, SiC-0,2% (слева), SiC-0,4% (справа).

Разработанная образовательная программа и УМК может быть использована при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Материаловедение и технология материалов» по профилю «Материаловедение и технология наноматериалов и нано систем». Материалы образовательной программы и УМК могут быть использованы в системе повышения квалификации рабочих и инженерно-технических работников, специализирующихся в области разработки и производства высокопористой наноструктурированной пенокерамики строительного назначения.

Список литературы;

1. . Courtens E., Vacher R. Structure and dynamics of fractal aerogels // Z. Phys.-Condensed Matter. 1987. – V.68. - N.2-3. - P.355-361.
2. Черепанов Б.С. Физико-химические процессы в технологии пенокерамики // Техника и технология силикатов. – 1994. – Т. 1. - № 2. С.37–39.
3. Шаяхметов У.Ш., Фахретдинов И.А., Халиков Р.М., Иванова О.В., Чудинов В.В., Гончаренко Е.А. Процесс формирования профессиональных компетенций у бакалавров-материаловедов в области термостойких наноструктурированных композитов // Вестник Башкирского университета. 2014. Т. 19. № 1. С. 248-252. Халиков Р.М., Иванова О.В. Технологические схемы решения

4. экологических проблем регионального производства материалов // Nauka-Rastudent.ru. 2014. № 3 (03). С.10.

5. Иванова О.В., Фахретдинов И.А., Михин А.А., Чудинов В.В., Хафизова Р.А. Образовательные программы в области производства и применения наноструктурированной композиционной керамики // В сборнике: Актуальные вопросы науки и образования Тезисы Всероссийской молодежной научно-практической конференции. 2013. С. 785.

6. Иванова О.В., Фахретдинов И.А., Файзуллин Н.К., Чудинов В.В. Новые материалы из наноструктурированной композиционной керамики: свойства и применение // В книге: Актуальные вопросы науки и образования Тезисы Всероссийской молодежной научно-практической конференции. 2013. С. 363.

7. Иванова О.В., Шаяхметов У.Ш., Фахретдинов И.А., Чудинов В.В. Программа переподготовки в области производства наноструктурированной композиционной керамики // В сборнике: Инновационные методы в современном образовательном процессе Материалы Всероссийской научно-методической конференции. Ответственный редактор: Балапанов М.Х.. 2013. С. 23-26.

8. Иванова О.В., Шаяхметов У.Ш., Фахретдинов И.А., Чудинов В.В., Галяутдинов А.Г. Программа повышения квалификации в области применения наноструктурированной композиционной керамики // В сборнике: Инновационные методы в современном образовательном процессе Материалы Всероссийской научно-методической конференции. Ответственный редактор: Балапанов М.Х.. 2013. С. 7-9.

9. Иванова О.В., Шаяхметов У.Ш., Фахретдинов И.А., Чудинов В.В. Опыт организации практических занятий по изучению физических свойств материалов из наноструктурированной композиционной керамики // В сборнике: Инновационные методы в современном образовательном процессе Материалы Всероссийской научно-методической конференции. Ответственный редактор: Балапанов М.Х.. 2013. С. 17-18.

10. Шаяхметов У.Ш., Фахретдинов И.А., Усманов С.М., Чудинов В.В., Латыпов В.М., Хамидуллин А.Р., Батршина Г.С. Высокопористая наноструктурированная пенокерамика строительного назначения. Исследование процессов при производстве. Контроль качества // Учебное пособие / Уфа, 2015.

Работа выполнена в рамках проекта «Разработка образовательных программ ФИОП РОСНАНО».

© Шаяхметов У.Ш., Халиков Р.М., Латыпова Т.В., Чудинов В.В., 2016

Научное издание

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Материалы

*II научно-практической молодежной конференции
с международным участием
(г. Уфа, 18-21 октября 2016 г.)*

*Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 021319 от 05.01.99 г.*

Подписано в печать 17.10.2016 г. Формат 60х84/16.
Усл. печ. л. 21,62. Уч.-изд. л. 22,56
Тираж 50 экз. Изд. № 150. Заказ 50н.

*Редакционно-издательский центр
Башкирского государственного университета
450076, РБ, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32.*

*Отпечатано на множительном участке
Башкирского государственного университета
450076, РБ, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32.*