

ISSN (Print) 2616-6836  
ISSN (Online) 2663-1296

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

# ХАБАРШЫСЫ

---

**BULLETIN**

of L.N. Gumilyov Eurasian  
National University

**ВЕСТНИК**

Евразийского национального  
университета имени Л.Н. Гумилева

**ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ** сериясы

**PHYSICS. ASTRONOMY** Series

Серия **ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ**

№1(126)/2019

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Астана, 2019  
Astana, 2019

*Бас редакторы*  
ф.-м.ғ. докторы  
**А.Қ. Арынгазин** (Қазақстан)

*Бас редактордың орынбасары*

**А.Т. Ақылбеков**, ф.-м.ғ.д., профессор  
(Қазақстан)

*Редакция алқасы*

<b>Алдонгаров А.А.</b>	PhD (Қазақстан)
<b>Балапанов М.Х.</b>	доктор ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
<b>Бахтизин Р.З.</b>	доктор ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
<b>Гиниятова Ш.Г.</b>	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
<b>Даулетбекова А.Қ.</b>	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
<b>Ержанов Қ.К.</b>	ф.-м.ғ.к., PhD (Қазақстан)
<b>Жұмаділов Қ.Ш.</b>	PhD (Қазақстан)
<b>Здоровец М.</b>	ф.-м.ғ.к.(Қазақстан)
<b>Қадыржанов Қ.К.</b>	доктор ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
<b>Кайнарбай А.Ж.</b>	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
<b>Кутербеков Қ.А.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
<b>Лушик А.Ч.</b>	доктор ф.-м.ғ.д., проф.(Эстония)
<b>Морзабаев А.К.</b>	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
<b>Мырзақұлов Р.Қ.</b>	ф.-м.ғ.д., проф.(Қазақстан)
<b>Нұрахметов Т.Н.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
<b>Сауытбеков С.С.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
<b>Тлеукенов С.К.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
<b>Усеинов А.Б.</b>	PhD (Қазақстан)

*Редакцияның мекенжайы:* 010008, Қазақстан, Астана қ., Сатпаев к-сі, 2,349  
б., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті.  
Тел.: +7(7172) 709-500 (ішкі 31-428)  
E-mail: vest\_phys@enu.kz

*Жауапты хатшы, компьютерде беттеген:* А. Нұрболат

**Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы.**  
**ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы**

Меншіктенуші: ҚР БжҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК  
Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігімен  
тіркелген. 27.03.2018ж. №16999-ж тіркеу куәлігі.

Тиражы: 25 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Қажымұқан к-сі, 12/1, 349 б., Л.Н.  
Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Тел.: +7(7172)709-500 (ішкі 31-428)

*Editor-in-Chief*  
Doctor of Phys.-Math. Sciences  
**A.K. Aryngazin** (Kazakhstan)

*Deputy Editor-in-Chief*                      **A.T. Akilbekov**, Doctor of Phys.-Math. Sciences,  
Prof. (Kazakhstan)

*Editorial board*

<b>Aldongarov A.A.</b>	PhD (Kazakhstan)
<b>Balapanov M.Kh.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Russia)
<b>Bakhtizin R.Z.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Russia)
<b>Dauletbekova A.K.</b>	Candidate of Phys.-Math. Sciences, PhD (Kazakhstan)
<b>Giniyatova Sh.G.</b>	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
<b>Kadyrzhanov K.K.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
<b>Kainarbay A.Zh.</b>	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
<b>Kuterbekov K.A.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
<b>Lushchik A.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Estonia)
<b>Morzabayev A.K.</b>	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
<b>Myrzakulov R.K.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
<b>Nurakhmetov T.N.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
<b>Sautbekov S.S.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
<b>Tleukenov S.K.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
<b>Useinov A.B.</b>	PhD (Kazakhstan)
<b>Yerzhanov K.K.</b>	Candidate of Phys.-Math. Sciences, PhD(Kazakhstan)
<b>Zdorovets M.</b>	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
<b>Zhumadilov K.Sh.</b>	PhD (Kazakhstan)

*Editorial address:* L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2, Satpayev str., of. 349, Astana,  
Kazakhstan, 010008  
Tel.: +7(7172) 709-500 (ext. 31-428)  
E-mail: vest\_phys@enu.kz

*Responsible secretary, computer layout:* A.Nurbolat

**Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.**  
**PHYSICS. ASTRONOMY Series**

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan.

Registration certificate №16999-ж from 27.03.2018.

Circulation: 25 copies

Address of printing house: L.N. Gumilyov Eurasian National University, 12/1 Kazhimukan str., Astana, Kazakhstan 010008;

tel.:+7(7172) 709-500 (ext. 31-428)

*Главный редактор*  
доктор ф.-м.н.  
**А.К. Арынгазин** (Казахстан)

*Зам. главного редактора*

**А.Т. Акилбеков**, доктор ф.-м.н.  
профессор (Казахстан)

*Редакционная коллегия*

<b>Алдонгаров А.А.</b>	PhD (Казахстан)
<b>Балапанов М.Х.</b>	ф.-м.н., проф. (Россия)
<b>Бахтизин Р.З.</b>	ф.-м.н., проф. (Россия)
<b>Гиниятова Ш.Г.</b>	кандидат ф.-м.н. (Казахстан)
<b>Даулетбекова А.К.</b>	кандидат ф.-м.н., PhD (Казахстан)
<b>Ержанов К.К.</b>	кандидат ф.-м.н., PhD (Казахстан)
<b>Жумадилов К.Ш.</b>	доктор PhD (Казахстан)
<b>Здоровец М.</b>	к.ф.-м.н. (Казахстан)
<b>Кадыржанов К.К.</b>	ф.-м.н., проф. (Казахстан)
<b>Кайнарбай А.Ж.</b>	кандидат ф.-м.н. (Казахстан)
<b>Кутербеков К.А.</b>	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
<b>Лущик А.Ч.</b>	ф.-м.н., проф. (Эстония)
<b>Морзабаев А.К.</b>	кандидат ф.-м.н. (Казахстан)
<b>Мырзакулов Р.К.</b>	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
<b>Нурахметов Т.Н.</b>	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
<b>Сауытбеков С.С.</b>	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
<b>Тлеукенов С.К.</b>	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
<b>Усеинов А.Б.</b>	PhD (Казахстан)

*Адрес редакции:* 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2, каб. 349, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева.  
Тел.: (7172) 709-500 (вн. 31-428)  
E-mail: vest\_phys@enu.kz

*Ответственный секретарь, компьютерная верстка:* А. Нурболат

**Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.**  
**Серия ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ**

Собственник РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК  
Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан.

Регистрационное свидетельство №16999-ж от 27.03.2018г.

Тираж: 25 экземпляров

Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Кажимукана, 12/1, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева. тел.: +7(7172)709-500 (вн. 31-428)

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ХАБАРШЫСЫ. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

№1(126)/2019

МАЗМҰНЫ

<i>Балахаева Р., Акылбеков А., Даулетбекова А., Козловский А., Баймуханов З., Гиниятова Ш., Усеинов А., Садуова Б., Карим К.</i> SiO <sub>2</sub> /Si тректі темплэйтте екі типті электролит негізінде CdTe нанокластерлерін қалыптастыру	8
<i>Дукенов А.Б., Усеинов А.Б., Акылбеков А.Т., Даулетбекова А.К., Здоровец М.В., Ыбыраев Н.С., Оралбеков Н.Б.</i> Таза және кобальтпен легирленген MgF <sub>2</sub> -нің электрондық қасиеттерін Ab-initio есептеулері	15
<i>Доломатов М.Ю., Шуткова С.А., Шарипов Т.И., Бахтизин Р.З., Ишниязов З.З., Нураxметов Т.Н., Салиходжа Ж.М.</i> Мұнай асфальтені нанобөлшектерінің молекулалық және супрамолекулалық құрылымының ерекшеліктері	23
<i>Кайнарбай А. Ж., Нураxметов Т.Н., Юсупбекова Б., Кайнарбаева А., Турмаханбетова А., Базарбаева.Г.Е., Абдраман Б.</i> Биологиядан бастан күн энергетикасына шейін кең қолданыс табатын CdSe/CdS гетероқұрылымдардың алу әдістемесін жасау	32
<i>Мадиярова А.Е., Разина О.В., Цыба П.Ю.</i> f-эссенциялы Эйнштейн-Картан гравитация моделі	38
<i>Ногай А.С., Кутербеков К.А., Бекмырза К.Ж., Нураxметов Т.Н., Кабышев А.М., Кумисбек А., Жеткенбай А., Айдарбеков Н., Сулейменов А.</i> Жанармай жасушалары үшін кобальт халькогенидінің негізінде катализаторларды синтездеу және зерттеу	48
<i>Нураxметов Т.Н., Бахтизин Р.З., Салиходжа Ж.М., Жунусбеков А.М., Кайнарбай А.Ж., Дауренбеков Д.Х., Садыкова Б.М., Жанылысов К.Б., Юсупбекова Б.Н.</i> Сілтілі металл сульфаттарының зоналық құрылымы	56
<i>Санг Мей Ли, Босунг Шин, А.Сейтжан, А.Мырзагалиева, Б.Медеубаева</i> Брэгг торларына негізделген оптофлюидтық сенсорлар	67
<i>Саттинова З.К.</i> Құю қондырғысының сақиналы каналында бериллий тотығы термопласт шликерінің изотермиялық емес қату процесін модельдеу	81
<i>Тлеукенов С.К., Балабеков К.Н., Жалғасбекова З.К.</i> Ромбылық кристалдардағы топтық жылдамдық пен электромагниттік энергия ағыны	90

BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY. PHYSICS.  
ASTRONOMY SERIES

№1(126)/2019

CONTENTS

---

<i>Balakhayeva R., Akilbekov A., Dauletbekova A., Kozlovskii A., Baimukhanov Z., Giniyatova Sh., Usseinov A., Saduova B., Karim K.</i> Creation of CdTe nanoclusters in SiO <sub>2</sub> /Si track templates using two types of electrolyter	8
<i>Dukenov A.B., Usseinov A.B., Akilbekov A.T., Dauletbekova A.K., Zdorovets M.V., Ybyraev N.S., Oralbekov N.B.</i> Ab-initio calculations of the electronic properties of pure and cobalt doped MgF <sub>2</sub>	15
<i>Dolomatov M.Yu., Shutkova S.A., Sharipov T.I., Bakhtizin R.Z., Ishniyazov Z.Z., Nurakhmetov T.N., Salikhodzha Z.M.</i> Band structure of alkali metal sulfates	23
<i>Kainarbai A.Zh., Nurakhmetov T.H., Usupbekova B., Kainarbaeva A., Turmakhanbetova A., Bazarbayeva.G., Abdraman B.</i> Wide application areas from biology until solar cell heterojunction CdSe/CdS synthesis method	32
<i>Madiyarova A.E., Razina O.V., Tsyba P.Yu.</i> Einstein-Cartan gravity model with f-essence	38
<i>Nogai A.S., Kuterbekov K.A., Bekmyrza K.Zh., Nurakhmetov T.N., Kabyshev A.M., Kumisbek A., Zhetkenbay A., Aidarbekov N., Suleimenov A.</i> Synthesis and Investigation of Catalysts Based on Cobalt Chalcogenide for Fuel Cells	48
<i>Nurakhmetov T.N., Bakhtizin R.Z., Salikhodja Z.M., Zhunusbekov A.M., Kainarbay A.Z., Daurenbekov D.H., Sadykova B.M., Zhangylysov K.B., Yussupbekova B.N.</i> Band structure of alkali metal sulfates	56
<i>Sang Mae Lee, Bosung Shin, A.Seitkan, A.Myrzagaliyeva, B.Medeubayeva</i> Optofluidic sensors based on bragg gratings	67
<i>Sattinova Z.K.</i> Simulation of the process of non-isothermal crystallization process of thermoplastic slurry BeO in the annular cavity of the casting plant	81
<i>Tleukenov S.K., Balabekov K.N., Zhalgasbekova Z.K.</i> Group velocity and flow of electromagnetic energy in rhombic crystals	90

ВЕСТНИК ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ИМЕНИ Л.Н.ГУМИЛЕВА. Серия ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ

№1(126)/2019

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Балахаева Р., Акылбеков А., Даулетбекова А., Козловский А., Баймуханов З., Гиниятова Ш., Усеинов А., Садуова Б., Карим К.</i> Создание нанокластеров CdTe в трековых темплэйттах SiO <sub>2</sub> /Si с использованием двух типов электролита	8
<i>Дукенов А.Б., Усеинов А.Б., Акылбеков А.Т., Даулетбекова А.К., Здоровец М.В., Ыбыраев Н.С., Оралбеков Н.Б.</i> Ab-initio расчеты электронных свойств чистого и легированного кобальтом MgF <sub>2</sub>	15
<i>Доломатов М.Ю., Шуткова С.А., Шарипов Т.И., Бахтизин Р.З., Ишниязов З.З., Нурахметов Т.Н., Салиходжа Ж.М.</i> Особенности молекулярной и надмолекулярной структуры наночастиц нефтяных асфальтенов	23
<i>Кайнарбай А. Ж., Нурахметов Т.Н., Юсупбекова Б., Кайнарбаева А., Турмаханбетова А., Базарбаева Г.Е., Абдраман Б.</i> Разработка методик получения гетероструктур CdSe/CdS широкого круга применения: от биологии до солнечной энергетики	32
<i>Мадиярова А.Е., Разина О.В., Цыба П.Ю.</i> Модель гравитации Эйнштейна-Картана с f-эссенцией	38
<i>Ногай А.С., Кутербекоев К.А., Бекмырза К.Ж., Нурахметов Т.Н., Кабышев А.М., Кумисбек А., Жеткенбай А., Айдарбеков Н., Сулейменов А.</i> Синтез и исследование катализаторов на основе халькогенида кобальта для топливных элементов	48
<i>Нурахметов Т.Н., Бахтизин Р.З., Салиходжа Ж.М., Жунусбеков А.М., Кайнарбай А.Ж., Дауренбеков Д.Х., Садыкова Б.М., Жанылысов К.Б., Юсупбекова Б.Н.</i> Зонная структура сульфатов щелочных металлов	57
<i>Санг Мей Ли, Босунг Шин, А.Сейтжан, А.Мырзагалиева, Б.Медеубаева</i> Оптофлюидные датчики на основе Брэгговских решеток	67
<i>Саттинова З.К.</i> Моделирование процесса неизотермического отверждения термопластичного шликера BeO в кольцевом канале установки литья	81
<i>Тлеуженов С.К., Балабеков К.Н., Жалгасбекова З.К.</i> Групповая скорость и поток электромагнитной энергии в ромбических кристаллах	90

**З.К. Саттинова**

*Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан  
(E-mail: Sattinova\_zamira@mail.ru)*

### **Моделирование процесса неизотермического отверждения термопластичного шликера ВеО в кольцевом канале установки литья**

**Аннотация:** Приводятся результаты расчетов математической модели движения, теплообмена и процесса затвердевания шликерной массы в кольцевой полости. Получены поля скорости, температуры, плотности шликера, изменения плотности теплового потока на стенке формообразующей полости и критерия Био для течения шликерной массы в формообразующей полости. Определена структура фронта кристаллизации шликерной массы, описывающая закономерности течения и теплообмена термопластичного шликера с использованием реологических моделей Шведова-Бингама. Показано, что темп кристаллизации зависит от режимных параметров и конструктивных данных формообразующей полости установки литья керамических изделий.

**Ключевые слова:** модель, численный расчет, установки литья, литейная форма, кольцевой канал, термопластичный шликер-суспензия, бериллиевая керамика, формообразование, затвердевание (кристаллизация), вязко-твёрдо пластичное состояние.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-68-36-2019-126-1-82-90>

**Введение.** Основным методом получения керамических изделий оксида бериллия является способ горячего литья [1,2]. Керамические изделия, изготовленные из ВеО, обладают уникальными физико-химическими свойствами, сочетающими в себе высокую химическую, термическую, радиационную стойкость, теплопроводность, прозрачность для вакуумного ультрафиолетового, рентгеновского, сверхвысокочастотного излучения. Перечисленные свойства оксида бериллия делают его перспективным материалом для применения в электронике, радиотехнике, приборостроении, термоядерных реакторах [3].

Производство деталей бериллиевой керамики должно осуществляться при строгом соблюдении технологических требований. Это обеспечивает сохранение комплексных свойств и однородности структуры в процессе литья. Как показывают теоретические и практические исследования, процесс литья термопластичного шликера предъявляет весьма жесткие требования к свойствам изделий и представляет значительную сложность, обусловленную, в первую очередь, высокой теплопроводностью. В результате на практике из-за сложности управления структурообразованием полуфабриката зачастую не достигается необходимое качество отливок, низка производительность и выход годных изделий.

При промышленных испытаниях для получения керамических изделий применялись термопластичные шликеры с разным содержанием органической связки: 9,5; 10,7 и 11,7%, приготовленных из порошка оксида бериллия (марка Н1 удельная поверхность  $1,57\text{ м}^2/\text{г}$ ). Перед приготовлением шликера порошок просушивается при  $120 \div 140^\circ\text{C}$  в течение 24 часов. Просушенный порошок и предварительно разогретую до температуры  $80 \div 82^\circ\text{C}$  связку загружают в реактор со скоростью  $6 \div 7$  кг/мин. Время перемешивания при постоянном вакуумировании составляет  $18 \div 24$  ч [2].

Бак установки литья заливается термопластичным расплавленным шликером, таким образом, литейная форма заполняется под давлением (рис.1).

Сложность проведения экспериментов на реальных литейных установках делает актуальным использование расчетно-теоретических методов исследования. Поэтому математическое моделирование является оперативным и экономичным методом анализа процесса литья керамических изделий. Для эффективного управления процессом формования необходимо: учитывать сложные реологические свойства термопластичного шликера оксида бериллия, определять зависимости теплофизических характеристик от температуры, разработать



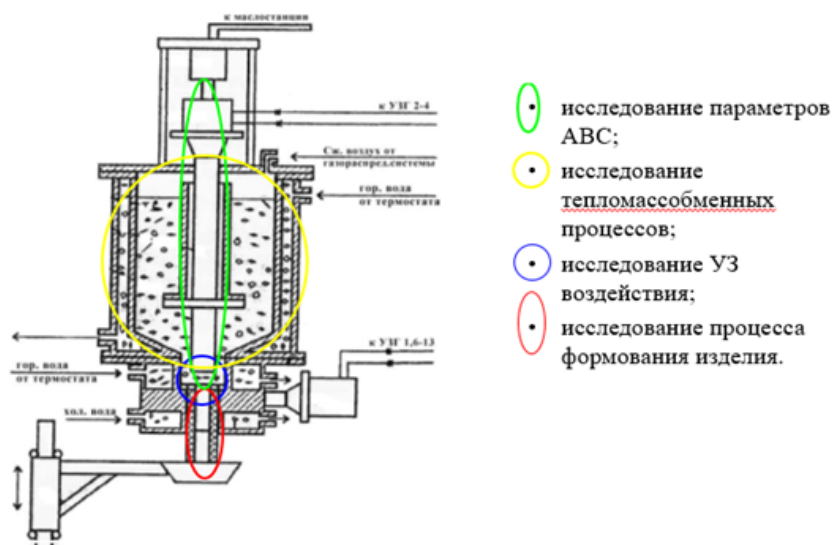


Рисунок 1 – Схема промышленной УЗ литейной установки

математическую модель движения и теплообмена с учетом изменения агрегатного состояния термопластичного шликера.

**Физико-математическая модель неизотермического движения термопластичного шликера в кольцевой полости.** Математическая модель течения и теплообмена охватывает весь процесс отвердевания движущегося термопластичного шликера в кольцевом зазоре между двумя соосными цилиндрами с радиусами  $r_1$  и  $r_2$ . Внутренняя труба с радиусом  $r_1$  является однородным цилиндром, кольцевой слой с радиусом  $r_2$  – формообразующей полостью. Имеется кожух для циркуляции охлаждающей жидкости. В кольцевой зазор ( $r_2 - r_1$ ) втекает горячий жидкий шликер с температурой  $75^{\circ}\text{C}$  под действием перепада давления  $\frac{dp}{dz}$  (рисунок 2). Геометрические параметры кольцевого канала (размер, длина трех контуров), температуры охлаждающей жидкости трех контуров, скорость литья и режим движения аналогичны таковым круглого канала.

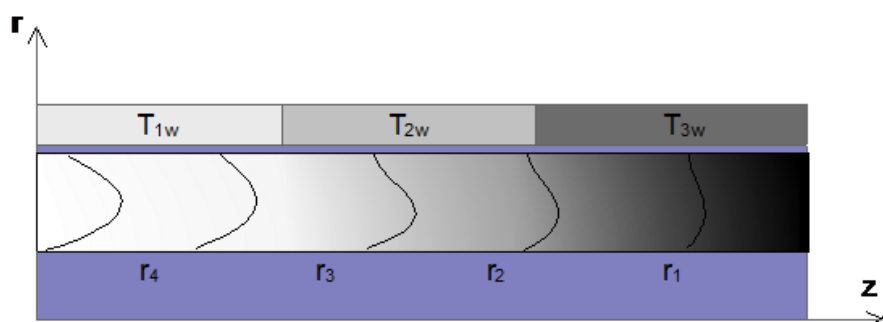


Рисунок 2 – Схема течения в кольцевом канале

Шликерная масса, двигаясь стационарно в кольцевой формообразующей полости, охлаждается водой, омывающей трубу снаружи. Особенность затвердевания в холодной зоне формообразующей полости заключается в том, что температура  $T_{2w}$  внешней стенки кольцевого канала будет ниже температуры  $T_{1w}$  внутренней стенки радиусом  $r_1$ , что приведет к неравномерности профиля температуры и реологических характеристик выдавливаемого шликера. Затвердевание начнется со стороны внешней стенки, тогда как у внутренней стенки кольцевого канала шликер будет в жидком состоянии. В результате происходит подпитка жидким шликером для компенсации внутренней усадки на этапе затвердения отливки в охлаждаемой зоне канала. По направлению скорости литья движение шликера является установившимся и для изучения течения можно использовать систему уравнений

гидродинамики, замкнутой бингамской модели неньютоновской жидкости [4]. Приведенная система уравнений представляет собой математическое выражение законов сохранения количества движения, массы и энергии.

Закон сохранения количества движения и массы моделирует процессы массопереноса (гидродинамика течения жидкости и диффузионные процессы), пластической деформации, образования усадочной пористости, структурообразования и т.д. Перечисленные процессы связаны между собой, поскольку конвективный перенос тепла и примесей за счет движения жидкой фазы окажет значительно более сильное влияние на перераспределение, чем за счет их диффузионного распространения.

Закон сохранения энергии моделируется в задаче теплообмена дисперсной среды, учитывающей процесс перераспределения тепла за счет теплопроводности, конвекции и наличия различных источников. Описание процессов затвердевания шликеров отличается своими множественными факторами, наиболее важные из них связаны с выделением тепла между дисперсной и дисперсионной средой, а также с переносом тепла за счет конвективных потоков в дисперсионной среде с учетом реальных граничных условий теплообмена, неоднородности свойств отливки, обусловленной зависимостью теплофизических свойств от температуры. В свою очередь, на характере течения может сказаться шероховатость и проницаемость твердеющей поверхности шликерной массы, наличие пузырей, возникающих при заполнении формообразующей полости. В целом, процесс затвердевания является нелинейным, по мере продвижения и охлаждения у шликера меняются все физические свойства в зависимости от температуры и воздействия УЗ.

Теплофизические свойства  $\rho(T)$ ,  $\mu(T)$ ,  $\tau(T)$ ,  $\lambda(T)$ ,  $c_p(T)$  с учетом воздействия ультразвука и без его воздействия и теплоты кристаллизации  $L_k$  определены по результатам лабораторных исследований [5] и выражаются в виде эмпирических зависимостей.

Толщина кольцевого зазора намного меньше его длины, поэтому движение и теплообмен шликера можно рассмотреть в постановке узкого кольцевого канала [8]:

$$\rho u \frac{\partial u}{\partial z} + \rho v \frac{\partial u}{\partial r} = -\frac{dp}{dz} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \mu \frac{\partial u}{\partial r} \right) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \tau_0) + \rho g \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho u}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial r \rho v}{\partial r} = 0 \quad (2)$$

$$\rho u c_p \frac{\partial t}{\partial z} + \rho v c_p \frac{\partial t}{\partial r} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \lambda \frac{\partial t}{\partial r} \right) + L_k \frac{d\rho}{dt} + \mu \left( \frac{\partial u}{\partial r} \right)^2 \quad (3)$$

здесь  $z, r$  – осевая и радиальная цилиндрические координаты;  $u, v$  – компоненты скорости;  $p, \rho, T, c_p, \tau, \mu$  – давление, плотность, температура, теплоемкость, предельное напряжение сдвига и коэффициент динамической вязкости шликера.

Решение уравнения движения требует задать значения всех переменных или их градиентов на всех границах двумерной области расчета кольцевого канала. При изучении тиксотропного течения шликера поля скорости и давления согласуются через уравнение неразрывности, точнее, через связь плотности шликера с давлением. Градиент давления находится через массовый расход [8]:

$$\frac{dp}{dz} = \frac{m - \int_{r_1}^{r_2} \rho_j^{n+1} \varphi_j^n dr}{\int_{r_1}^{r_2} \rho_j^{n+1} S_j^n dr} \quad (4)$$

Во входном сечении кольцевого канала вектор скорости направлен вдоль оси, а распределение скорости и температуры по сечению однородно, соответственно постоянны все теплофизические характеристики шликера.

Начальные условия:

при  $z = 0$ :  $u = u_0, v = 0, T = T_0$ ;

$$z > 0: \quad r = r_1, \quad v = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial r} = 0. \quad (5)$$

Граничные условия: для поперечной составляющей скорости  $v$  предполагается непроницаемость стенок канала, а для продольной составляющей скорости имеет место скольжение шликера на стенках канала из-за ультразвуковой вибрации:

$$z > 0, \quad r = r_i: \quad v = 0, \quad \frac{dp}{dz} = \frac{2}{r_2 - r_1} \left( \tau_{iw} + \left( \frac{\partial u}{\partial r} \right)_{iw} \right), \quad i = 1, 2 \quad (6)$$

В тепловой задаче условия теплообмена шликера с охлаждающей жидкостью существенно зависят от формы формообразующей полости. Поскольку расчет учитывает теплообмен не только в области отливки, но и в охлаждающей жидкости, стенка между средами здесь не играет роли, так как процесс передачи тепла за счет теплопроводности имеет диффузионную природу. Следовательно, гораздо важнее сохранить баланс потоков тепла в области границы отливки на основе граничного условия третьего рода. При стационарном режиме  $q_w$  можно представить в виде следующих соотношений [6]:

$$q_w = \alpha_1 (T_m - T_w) (T_w - T_{cp}) = k (T_m - T_{cp}) \quad (7)$$

где  $\alpha_1$  - коэффициент теплоотдачи от шликера к внутренней поверхности стенки;  $T_m$  - средняя массовая температура шликера;  $T_w$  - температура охлаждающей жидкости;  $k'$  - местный коэффициент теплопередачи от внутренней поверхности стенки к охлаждающей жидкости;  $k$  - местный коэффициент теплопередачи от шликера, текущий в канале, к охлаждающей жидкости. Коэффициент теплопередачи  $k$  определяется из соотношения:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{k'} \quad (8)$$

где  $k'$  для кольцевого канала

$$\frac{1}{k'} = \frac{d_2}{2\lambda_w} \ln \frac{d_3}{d_2} + \frac{d_2}{\alpha_2 d_3} \quad (9)$$

$$\alpha_1 = \frac{q_w}{(T_m - T_w)} = - \frac{\lambda \left( \frac{\partial T}{\partial r} \right)_w}{T_m - T_\infty} \quad (10)$$

Подставив выражения (9), (10) в (8), получим  $k$  для кольцевого канала:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{d_2}{2\lambda_w} \ln \frac{d_3}{d_2} + \frac{d_2}{\alpha_2 d_3}} \quad (11)$$

где  $d_2$ ,  $d_3$  - внутренний и наружный диаметры внешней стенки;  $\lambda_w$  - коэффициент теплопроводности стенки;  $\alpha_2$  - коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стенки к охлаждающей жидкости, который зависит от свойств охлаждающей жидкости, размеров кожуха и находится по формуле Форхмейера:

$$\alpha_2 = \frac{2\lambda_b}{d_4 \ln \left( \frac{4d_4}{d_3} \right)} \quad (12)$$

здесь  $d_3$ ,  $d_4$  - диаметры кольцевого кожуха;  $\lambda_b$  - коэффициент теплопроводности воды.

Для кольцевого канала граничные условия на внутренней поверхности стенки имеют вид

$$-\lambda \left( \frac{\partial T}{\partial r} \right)_{r=r_0} = k (T_m - T_i), \quad i = 1, 2, 3 \quad (13)$$

Эти граничные условия используются в том случае, когда движущаяся шликерная масса отдает тепло через стенку и вместо температуры стенки на границе с жидкостью  $T = T_i$  принимается температура охлаждающей жидкости  $T_i$ ,  $i = 1, 2, 3$ .

При решении уравнения энергии для рассматриваемой системы соблюдается закон переноса теплоты Фурье, из которого следует, что тепловой поток пропорционален градиенту температур и следует за его изменением. Теплообмен на внешней стенке

определяется в согласии с изменением температуры в контурах охлаждения кольцевого канала, соответственно, граничные условия трех контуров записываются в следующем виде:

$$\begin{aligned} \text{при } 0 \leq z < l_1, \quad r = r_2, \quad -\lambda \frac{\partial T}{\partial r} &= k(T_m - T_i), \\ \text{при } l_1 \leq z < l_2, \quad r = r_2, \quad -\lambda \frac{\partial T}{\partial r} &= k(T_m - T_2), \\ \text{при } l_2 \leq z < l_3, \quad r = r_2, \quad -\lambda \frac{\partial T}{\partial r} &= k(T_m - T_3). \end{aligned} \quad (14)$$

На внутренней стенке задается условие адиабатичности:

при

$$0 \leq z < l_3, \quad r = r_1, \quad \frac{\partial T}{\partial r} = 0. \quad (15)$$

$T_m$  определяется по соотношению [6,8]:

$$T_m = \frac{2 \int_{r_1}^{r_2} \rho u T r dr}{\rho_m u_m (r_2 - r_1)} \quad (16)$$

Произведение  $\rho_m u_m$  выражает среднюю плотность потока массы, а средняя скорость  $u_m$  определяется выражением [6,8]

$$u_m = \frac{2 \int_{r_1}^{r_2} u r dr}{(r_2 - r_1)} \quad (17)$$

Температурное и скоростное поле  $T$ ,  $u$  определяются из системы уравнения движения и переноса тепла (1-3).

**Результаты расчета затвердевания при условий  $\frac{dp}{dt} \neq 0$ ,  $T_{i,j} = 59^{\circ}C$ .** Проведенные расчеты учитывают влияние теплоты кристаллизации на процесс теплообмена и отвердевание шликера. Как известно, процесс кристаллизации протекает в результате выделения тепла при фазовом переходе из жидкого состояния в твердое. Выделяемая теплота шликерной массы передается к охлаждающей жидкости. Определения полей температуры, скорости и скорости продвижения фронта затвердевания, а также полного затвердевания шликерной массы позволяют более конкретно анализировать сложные явления, сопровождающие процесс формирования структуры керамических изделий. Формирование изделий обусловлено совместным протеканием одновременно тепловых, диффузионных и гидродинамических явлений. Градиенты концентрации дисперсной системы приводят к возникновению диффузионных потоков на границе раздела твердой и жидкой фазы. Полнота протекания диффузионных процессов будет определять химический состав (плотность компонентов связки) и температуру кристаллизации. Интервал температуры кристаллизации является важным фактором, определяющим характерные черты процесса формирования изделий. Влияние интервала температур кристаллизации в значительной степени уравнивается действием теплофизических факторов [5,9]. В зависимости от величины этого интервала и свойств шликера создаются разнообразные условия для формирования изделий и течения процесса затвердевания. Одним из таких условий является то, что фронт затвердевания, где происходит выделение тепла, будет находиться из условия  $T_{i,j} = T = 59^{\circ}C$ ,  $\frac{dp}{dt} \neq 0$ , а в остальных частях течений теплота кристаллизации равна нулю.

На основании численных расчетов можно установить, что в процессе течения затвердевание шликерной массы идет при максимальном отводе тепла. При таких условиях количество тепла, выделенного при кристаллизации, благоприятно влияет на процесс затвердевания, формируя однородную структуру шликерной массы. Из рисунка 3 видно, что при достижении температуры кристаллизации на расстоянии  $z/r_1 = 2,1$  плотность остается переменной, а в остальных частях кольцевого канала из-за постоянства плотности профили скорости имеют одинаковую параболическую форму. Выделяемое тепло в интервале кристаллизации полностью отводится в сторону охлаждающей жидкости, и медленное охлаждение вызывает снижение продольной составляющей скорости, вследствие чего фронт потока приобретает слабо искривленный характер по всему сечению канала.

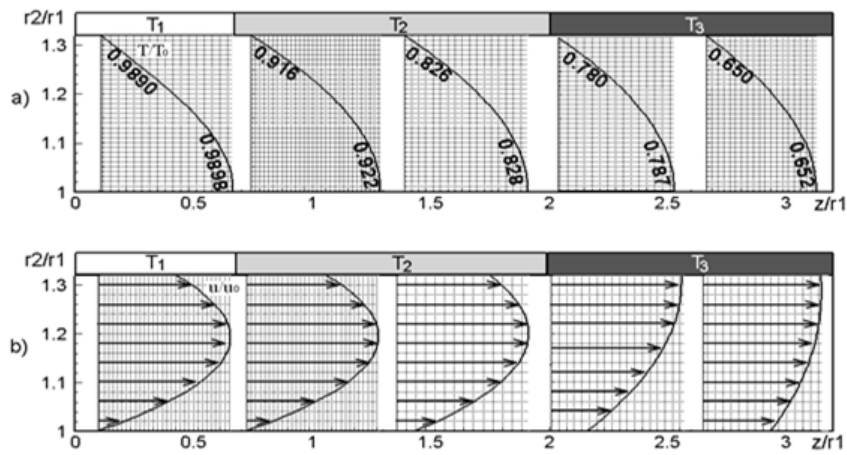


Рисунок 3 – Распределения температуры (а) и продольной скорости (б):

$$T_0 = 75^0C, \quad r_2/r_1 = 1,32, \quad Re = 2,25 \cdot 10^{-4}$$

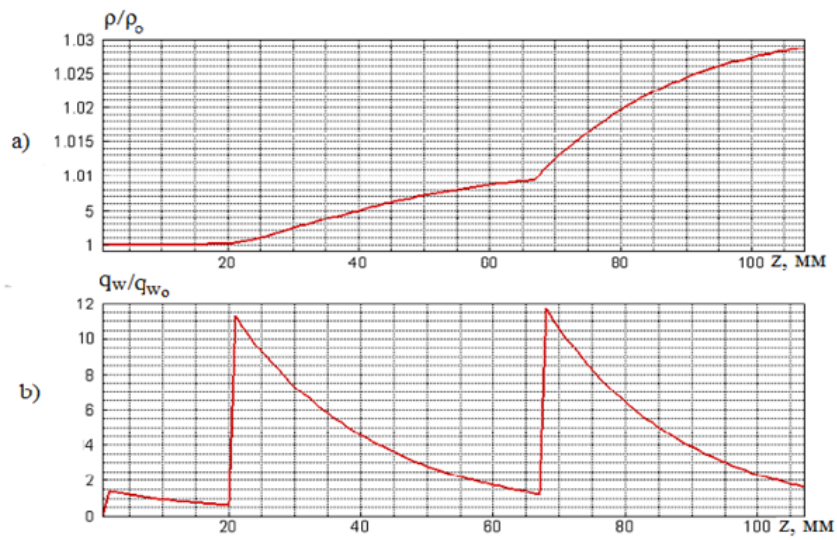


Рисунок 4 – Изменения плотности (а) и теплового потока (б):

$$T_0 = 75^0C, \quad r_2/r_1 = 1,32, \quad Re = 2,25 \cdot 10^{-4}, \quad Pr = 2,5 \cdot 10^3$$

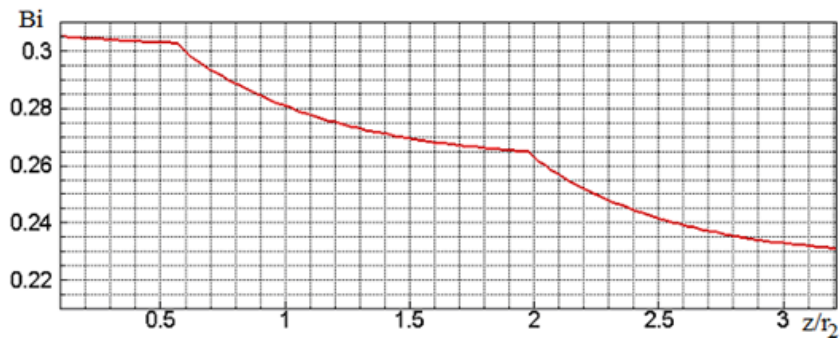


Рисунок 5 – Изменение критерия  $Bi$  при  $Re = 2,25 \cdot 10^{-4}$

На рисунке 6 приведены профили температуры и продольной скорости, полученные при условии  $T_{i,j} = T_{кр} = 59^{\circ}\text{C}$ ,  $\frac{d\rho}{dt} \neq 0$  для теплового режима  $Re = 1,5 \cdot 10^{-4}$ . Показанные температурные поля (рисунок 6,а) остывающей и затвердевающей шликерной массы зависят от совокупности теплофизических, геометрических факторов и взаимодействия системы с охлаждающей жидкостью. С учетом влияния этих факторов результат расчета показывает, что фронт затвердевания занимает центральное место на расстоянии  $z/r_1 = 2,5$  по длине кольцевого канала.

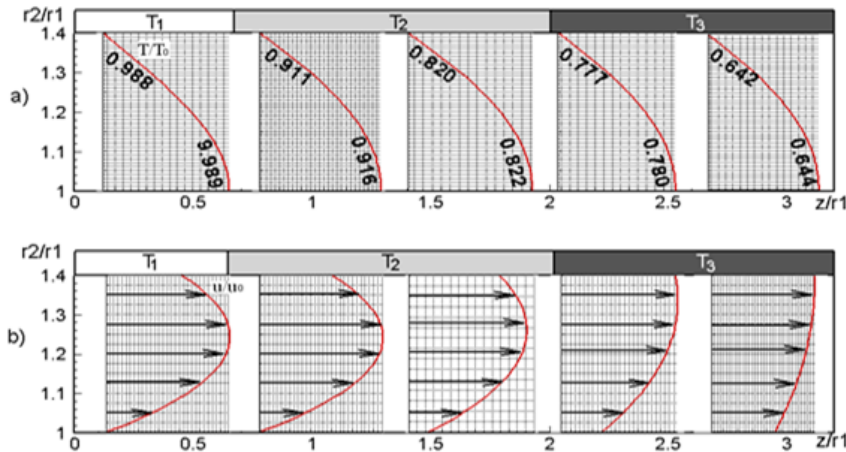


Рисунок 6 – Распределения а) температуры и б) продольной скорости

при  $T_0 = 75^{\circ}\text{C}$ ,  $u_0 = 1 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$ ,  $r_2/r_1 = 1,4$ ,  $Re = 1,5 \cdot 10^{-4}$

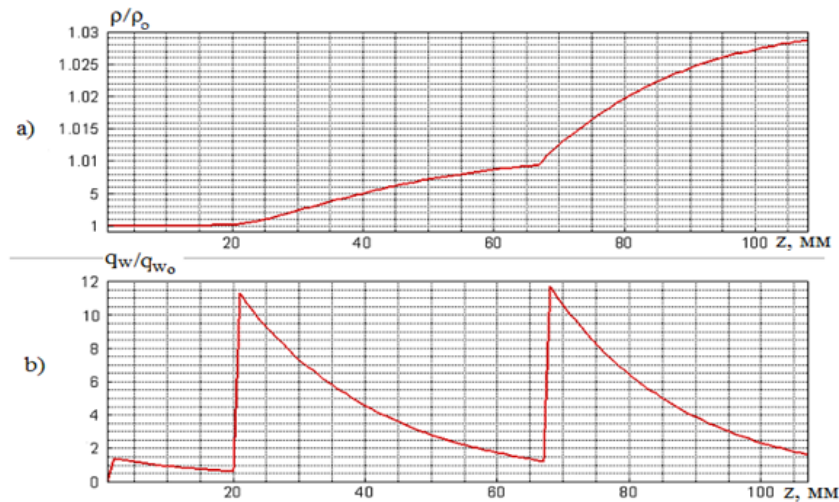


Рисунок 7 – Изменения плотности (а) и теплового потока (б)

при  $T_0 = 75^{\circ}\text{C}$ ,  $u_0 = 1 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$ ,  $r_2/r_1 = 1,4$ ,  $Re = 1,5 \cdot 10^{-4}$ ,  $Pr = 2,5 \cdot 10^3$

Результаты расчетов кристаллизации показывают, что процесс затвердевания в обоих случаях наступает практически на одной горизонтальной площадке. Небольшая разница наблюдается при температуре кристаллизации  $T_{i,j} = T_{кр} = 59^{\circ}\text{C}$ ,  $\frac{d\rho}{dt} \neq 0$  на расстоянии  $z/r_1 = 2,1$  от стенки, в то же время на этом же расстоянии для второго режима отвердевание охватывает весь поперечный слой. Также наблюдаются отличия в профилях скоростей, имеющих параболическую форму до интервала температуры кристаллизации. При выполнении условия  $T_{i,j} = T_{кр} = 59^{\circ}\text{C}$ ,  $\frac{d\rho}{dt} \neq 0$  интенсивность охлаждающей жидкости понижается за счет теплоты кристаллизации, в то же время изменение плотности по условию считается постоянным по длине кольцевого канала. Под режимом охлаждения находится

скорость отвода тепла, оказывающаяся существенное влияние на процесс затвердевания. В таком случае для пристеночных областей характерны большие градиенты температур, а в центре формообразующей полости наблюдается медленное охлаждение. В целом полученные результаты соответствуют друг другу.

Результаты численных расчетов затвердевания термопластичного шликера для анализа представлены в виде температурных полей, построенных по кривым охлаждения затвердевающей суспензии. Температурное поле затвердевающей и остывающей шликерной массы зависит от совокупности теплофизических, геометрических и физико-химических факторов взаимодействия шликера с формой, поэтому оно занимает центральное место во всех теоретических и экспериментальных исследованиях процесса затвердевания.

### **Заключение**

Результаты численных расчетов показывают, что математическая модель описывает всю стадию процесса формования бериллиевой керамики с учетом изменения ее агрегатного состояния. Модель состоит из реологических уравнений неньютоновской жидкости (Бингама-Шведова), системы уравнений количества движения, непрерывности и энергии с учетом теплоты кристаллизации при изменении агрегатного состояния шликерной массы. Граничные условия учитывают скольжение и охлаждение термопластичного шликера на стенке формообразующей полости.

Расчетные данные позволяют обосновать достоверность полученных результатов путем сравнения с опытными данными всей стадии процесса формования бериллиевой керамики, выявить закономерности движения и теплообмена, определяющие внутреннюю структуру процесса формования, превращение вязкопластичного жидкого шликера в твердопластичное состояние в формообразующей полости в зависимости от режимных параметров.

Данные расчетов формообразующей полости кольцевого канала показывают процесс отвердевания шликера, увеличение плотности шликера в результате его кристаллизации, стремление скорости скольжения к средней скорости шликера по мере отвердевания. Определены изменения плотности теплового потока на стенке формообразующей полости и критерия Био для течения шликерной массы в формообразующей полости. Получена структура фронта кристаллизации шликерной массы и показано, что темп кристаллизации зависит от режимных параметров и конструктивных данных формообразующей полости. Эти данные позволяют найти оптимальные литейные характеристики, обеспечивающие однородность теплофизических свойств и хорошее качество керамических изделий.

### **Список литературы**

- 1 Добровольский А.Г. Шликерное литье. М.: Металлургия, 1977. -240 с.
- 2 Шахов С.А., Бицоев Г.Д. Применение ультразвука при производстве высокотеплопроводных керамических изделий. – Усть-Каменогорск, 1999.-145с.
- 3 Грибовский П.О. Горячее литье керамических изделий. – М.: Госэнергоиздат, 1961. – 400 с.
- 4 Данилевич С.Ю., Фройштетер Г.Б., Радионова Н.В. Исследование теплообмена в неньютоновских жидкостях при постоянном тепловом потоке на стенке трубы //Промышл.теплотехника.– 1980. – №2. – С.64-68.
- 5 Двинских Ю.В., Попильский Р.Н., Костин Л.И. и др. Теплофизические свойства термопластичных литейных шликеров некоторых высокоогнеупорных оксидов // Огнеупоры. 1979 – № 12. – С. 37-40.
- 6 Петухов Б.С. Теплообмен и сопротивление при ламинарном течении жидкости в трубах. – М.: Энергия, 1967.
- 7 Андерсон Д., Таннехил Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. В 2-х т. Т.2: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 728-392 с.
- 8 Себеси Т., Брэдшоу П. Конвективный теплообмен. Физические основы и вычислительные методы. Пер. с англ. М.: Мир, 1987. 592 с.
- 9 Zhapbasbayev U.K., Ramazanova G.I., Sattinova Z. K., Shabdirova A.D. Modeling of the beryllia ceramics formation process. //Journal of the European Ceramic Society. 2013. Vol. 33.- P. 1403-1411.

З.К. Саттинова

*Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті, Астана, Қазақстан***Қюю қондырғысының сақиналы каналында бериллий тотығы термопласт шликерінің изотермиялық емес қату процесін модельдеу**

**Аңдатпа.** Қюю қондырғысының сақиналы каналында шликерлік масса немесе суспензиясының канал бойымен қозғалысы мен салқындату барысындағы жыл алмасуы және қату процесінің математикалы моделінің сандық есептеу нәтижелері келтірілген. Теңдеулер жүйесінен тұратын модель айырымдық схемаға келтіріліп, сандық әдіс есептеулері бойынша жылдамдық, температура, шликер тығыздығы мен формалаушы каналда қабырғасындағы жылу ағын тығыздығының өзгерістері алынған. Жылу алмасу заңы негізіндегі Био мен Нуссельт критерийлері анықталған. Реологиялық модель негізіндегі шликердің ағыны мен жылуалмасуын сипаттайтын шликердің кристалдану фронтының құрылымы анықталған. Есептеу нәтижесінде формалаушы каналдағы шликердің кристалдану деңгейі қююдың режимдік параметрлері мен қюю қондырғысының конструкциялық құрылымынан тәуелділігі көрсетілген.

**Түйін сөздер:** модель, сандық есептеу, қюю қондырғысы, қюю формасы, сақиналы канал, термопласт шликері-суспензия, бериллий керамикасы, формалау, қату (кристалдану), тұтқыр және қатты пластикалы қюю.

Z.K. Sattinova

*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan***Simulation of the process of non-isothermal crystallization process of thermoplastic slurry BeO in the annular cavity of the casting plant**

**Abstract:** The results of calculations of the mathematical model of motion, heat transfer and the process of hardening of the slurry mass in the annular cavity are given. The slurry mass is highly concentrated structured system where the mineral phase is beryllium powder and liquid phase is an organic binder (paraffin, oleic acid and beeswax). The fields of velocity, temperature, density of the slurry, changes heat flux density on the wall of the cavity are obtained. The structure of the crystallization front and thixotropic flow is determined on the basis of a rheological model of viscoelastic fluids and the heat transfer from the slurry to the surface of the wall is determined with criterion Bio (Bi).

The results as the form of graphs shows that the crystallization rate depends on the different parameter regimes and construction data of the molding cavity of the installation for casting ceramic products.

**Keywords:** model, numerical calculation, casting installation, casting mold, annular cavity, thermoplastic slurry-suspension, beryllium ceramics, shaping, solidification (crystallization), viscous-solid plastic state.

**References**

- 1 Dobrovolskiy A.G. Shlikernoe lit'e [Slurry casting], (Metallurgija, Moscow, 1977, 240).
- 2 Shahov S.A., Bicoev G.D. Primenenie ul'trazvuka pri proizvodstve vysokoteploprovodnyh keramicheskikh izdelij [The use of ultrasound in the production of highly heat-conducting ceramic products] (Ust'-Kamenogorsk, 1999, 145p.).
- 3 Gribovskij P.O. Gorjachee lit'e keramicheskikh izdelij, [Hot Ceramic Casting] (Gosjenergoizdat, Moscow, 1961, 400 p).
- 4 Danilevich S.Ju., Frojsteter G.B., Radionova N.V. Issledovanie teploobmena v nen'jutnovskih zhidkostjah pri postojannom teplovom potoke na stenke truby [Investigation of heat transfer in non-Newtonian fluids at a constant heat flow on the wall of pipe] Promysl.teplotehnika [Industrial heat engineering] , (2), 64-68(1980).
- 5 Dvinskih Ju.V., Popil'skij R.N., Kostin L.I. i dr. Teplofizicheskie svojstva termoplastichnyh litejnyh shlikerov nekotoryh vysokoogneupornyh oksidov [Thermophysical properties of thermoplastic casting slips of some high-refractory oxides], Ogneupory [Refractories] (12), 37-40 (1979).
- 6 Petuhov B.S. Teploobmen i soprotivlenie pri laminarnom techenii zhidkosti v trubah [Heat transfer and resistance during laminar flow of fluid in pipes] (Energija, Moscow, 1967).
- 7 Anderson D., Tannehil Dzh., Pletcher R. Vychislitel'naja gidromehanika i teploobmen. 2-h t. T.2: [Per. s angl.] [Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer] (Mir, Moscow, 1990, 728-992).
- 8 Sebesi T., Brjedshou P. Konvektivnyj teploobmen. Fizicheskie osnovy i vychislitel'nye metody. [Per. s angl.] [Convective heat transfer. Physical bases and computational methods] (Mir, Moscow, 1987, 592P.).
- 9 Zhapbasbayev U.K., Ramazanova G.I., Sattinova Z. K., Shabdirova A.D. Modeling of the beryllia ceramics formation process. Journal of the European Ceramic Society. 33, 1403-1411 (2013).

**Сведения об авторах:**

*Саттинова З.К.* – к.ф.-м.н., доцент кафедры теплоэнергетики транспортно-энергетического факультета ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

*Sattinova Z.K.* – Kandidat of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of Department Thermal Engineering L.N. Gumilyov Eurasian National University, st. Satpayev 2, Astana, Kazakhstan.

*Поступила в редакцию 14.12.2018*



**«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Физика. Астрономия сериясы» журналында мақала жариялау ережесі**

*Журнал редакциясы авторларға осы нұсқаулықпен толық танысып, журналға мақала әзірлеу мен дайын мақаланы журналға жіберу кезінде басшылыққа алуды ұсынады. Бұл нұсқаулық талаптарының орындалмауы сіздің мақалаңыздың жариялануын кідіртеді.*

**1. Журнал мақсаты.** Физика мен астрономия салаларының теориялық және эксперименталды зерттелулері бойынша мұқият тексеруден өткен ғылыми құндылығы бар мақалалар жариялау.

**2.** Баспаға (барлық жариялаушы авторлардың қол қойылған қағаз нұсқасы және электронды нұсқа) журналдың түпнұсқалы стильдік файлының міндетті қолданысымен LaTeX баспа жүйесінде дайындалған Tex- пен Pdf-файлындағы жұмыстар ұсынылады. Стильдік файлды *bulphysast.enu.kz* журнал сайтынан жүктеп алуға болады. Сонымен қатар, автор(лар) ілеспе хат ұсынуы керек.

**3.** Автордың қолжазбаны редакцияға жіберуі мақаланың Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысында басуға келісімін, шетел тіліне аударылып қайта басылуына келісімін білдіреді. Автор мақаланы редакцияға жіберу арқылы автор туралы мәліметтің дұрыстығына, мақала көшірілмегендігіне (плагиаттың жоқтығына) және басқа да заңсыз көшірмелердің жоқтығына кепілдеме береді.

**4.** Мақаланың көлемі 18 беттен аспауға тиіс (6 беттен бастап).

**ГТАМРК** <http://grnti.ru/>

**Автор(лар)дың аты-жөні**

**Мекеменің толық атауы, қаласы, мемлекеті** (егер авторлар әртүрлі мекемеде жұмыс жасайтын болса, онда әр автор мен оның жұмыс мекемесі қасында бірдей белгі қойылу керек)

**Автор(лар)дың E-mail-ы**

**Мақала атауы**

**Аннотация** (100-200 сөз; күрделі формулаларсүзсіз, мақаланың атауын мейлінше қайталамауы қажет; әдебиеттерге сілтемелер болмауы қажет; мақаланың құрылысын (кіріспе мақаланың мақсаты/ міндеттері /қарастырылып отырған сұрақтың тарихы /зерттеу /әдістері нәтижелер/талқылау, қорытынды) сақтай отырып, мақаланың қысқаша мазмұны берілуі қажет).

**Түйін сөздер** (6-8 сөз не сөз тіркесі. Түйін сөздер мақала мазмұнын көрсетіп, мейлінше мақала атауы мен аннотациядағы сөздерді қайталамай, мақала мазмұнындағы сөздерді қолдану қажет. Сонымен қатар, ақпараттық-ізвестіру жүйелерінде мақаланы жеңіл табуға мүмкіндік беретін ғылым салаларының терминдерін қолдану қажет).

**Негізгі мәтін** мақаланың мақсаты/ міндеттері/ қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды бөлімдерін қамтуы қажет.

**5. Таблица, суреттер** – Жұмыстың мәтінінде кездесетін таблицалар мәтіннің ішінде жеке нөмірленіп, мәтін көлемінде сілтемелер түрінде көрсетілуі керек. Суреттер мен графиктер PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX форматындағы стандарттарға сай болуы керек. Нүктелік суреттер кеңейтілімі 600 dpi кем болмауы қажет. Суреттердің барлығы да айқын әрі нақты болуы керек.

Мақаладағы **формулалар** тек мәтінде оларға сілтеме берілсе ғана номерленеді.

Жалпы қолданыста бар **аббревиатуралар** мен **қысқартулардан** басқалары міндетті түрде алғаш қолданғанда түсіндірілуі берілуі қажет. **Қаржылай көмек туралы** ақпарат бірінші бетте көрсетіледі.

**6.** Жұмыста қолданылған әдебиеттер тек жұмыста сілтеме жасалған түпнұсқалық көрсеткішке сай (сілтеме беру тәртібінде немесе ағылшын әліпбиі тәртібі негізінде толтырылады) болуы керек. Баспадан шықпаған жұмыстарға сілтеме жасауға түйым салынады.

Сілтемені беруде автор қолданған әдебиеттің бетінің нөмірін көрсетпей, келесі нұсқаға сүйеніңіз дұрыс: тараудың номері, бөлімнің номері, тармақтың номері, теораманың (лемма, ескерту, формуланың және т.б.) номері көрсетіледі. Мысалы: қараңыз [3; § 7, лемма 6]», «...қараңыз [2; 5 теорамандағы ескерту]». Бұл талап орындалмаған жағдайда мақаланы ағылшын тіліне аударғанда сілтемелерде қателіктер туындауы мүмкін.

**Қолданылған әдебиеттер тізімін рәсімдеу мысалдары**

1 Воронин С. М., Карацуба А. А. Дзета-функция Римана. –М: Физматлит, –1994, –376 стр. – **кітап**

2 Баилов Е. А., Сихов М. Б., Темиргалиев Н. Об общем алгоритме численного интегрирования функций многих переменных // Журнал вычислительной математики и математической физики –2014. –Т.54. № 7. –С. 1059-1077. - **мақала**

3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. – **конференция еңбектері**

4 Нургазина К. Рыцарь математики и информатики. –Астана: Каз.правда, 2017. 19 апреля. –С.7. – **газеттік мақала**

5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронды журнал**

**7.** Әдебиеттер тізімінен соң автор өзінің библиографиялық мәліметтерін орыс және ағылшын тілінде (егер мақала қазақ тілінде орындалса), қазақ және ағылшын тілінде (егер мақала орыс тілінде орындалса), орыс және қазақ тілінде (егер мақала ағылшын тілінде орындалса) жазу қажет. Соңынан транслиттік аударма мен ағылшын тілінде берілген әдебиеттер тізімінен соң әр автордың жеке мәліметтері (қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде – ғылыми атағы, қызметтік мекенжайы, телефоны, e-mail-ы) беріледі.

**8.** Редакцияға түскен мақала жабық (анонимді) тексеруге жіберіледі. Барлық рецензиялар авторларға жіберіледі. Автор (рецензент мақаланы түзетуге ұсыныс берген жағдайда) үш күн аралығында қайта қарап, қолжазбаның түзетілген нұсқасын редакцияға қайта жіберуі керек. Рецензент жарамсыз деп таныған мақала қайтара қарастырылмайды. Мақаланың түзетілген нұсқасы мен автордың рецензентке жауабы редакцияға жіберіледі.

**9. Төлемақы.** Басылымға рұқсат етілген мақала авторларына төлем жасау туралы ескертіледі. Төлем көлемі 2018 жылы 4500 тенге – ЕҰУ қызметкерлері үшін және 5500 тенге басқа ұйым қызметкерлеріне.

**Реквизиттер:**

"Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева" МОН РК

Столичный филиал АО "Цеснабанк"

КБЕ 16

БИН 010140003594

БИК TSES KZ KA

Счет в кодировке IBAN-

KZ91998ВТВ0000003104-

"За публикацию ФИО авторов"

**Provision on articles submitted to the journal "Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University. Physics. Astronomy series"**

*The journal editorial board asks the authors to read the rules and adhere to them when preparing the articles, sent to the journal. Deviation from the established rules delays the publication of the article.*

**1. Purpose of the journal.** Publication of carefully selected original scientific.

2. The scientific publication office accepts the article (in electronic and printed, signed by the author) in Tex- and Pdf-files, prepared in the LaTeX publishing system with mandatory use of the original style log file. The style log file can be downloaded from the journal website *bulphysast.enu.kz*. And you also need to provide the cover letter of the author(s).

Language of publications: Kazakh, Russian, English.

**3. Submission of articles to the scientific publication office means the authors' consent to the right of the Publisher, L.N. Gumilyov Eurasian National University, to publish articles in the journal and the re-publication of it in any foreign language. Submitting the text of the work for publication in the journal, the author guarantees the correctness of all information about himself, the lack of plagiarism and other forms of improper borrowing in the article, the proper formulation of all borrowings of text, tables, diagrams, illustrations.**

4. The volume of the article should not exceed 18 pages (from 6 pages).

**5. Structure of the article**

**GRNTI** <http://grnti.ru/>

**Initials and Surname of the author (s)**

**Full name of the organization, city, country** (if the authors work in different organizations, you need to put the same icon next to the name of the author and the corresponding organization)

**Author's e-mail (s)**

**Article title**

**Abstract** (100-200 words, it should not contain a big formulas, the article title should not repeat in the content, it should not contain bibliographic references, it should reflect the summary of the article, preserving the structure of the article - introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results /discussion, conclusion).

**Key words** (6-8 words/word combination. Keywords should reflect the main content of the article, use terms from the article, as well as terms that define the subject area and include other important concepts that make it easier and more convenient to find the article using the information retrieval system).

**The main text of the article** should contain an introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results / discussion, conclusion. Tables, figures should be placed after the mention. Each illustration should be followed by an inscription. Figures should be clear, clean, not scanned.

Tables are included directly in the text of the article; it must be numbered and accompanied by a reference to them in the text of the article. Figures, graphics should be presented in one of the standard formats: PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX. Bitmaps should be presented with a resolution of 600 dpi. All details must be clearly shown in the figures.

In the article, only those **formulas** are numbered, to which the text has references.

All **abbreviations**, with the exception of those known to be generally known, must be deciphered when first used in the text.

Information on **the financial** support of the article is indicated on the first page in the form of a footnote.

**6.** The list of literature should contain only those sources (numbered in the order of quoting or in the order of the English alphabet), which are referenced in the text of the article. References to unpublished issues, the results of which are used in evidence, are not allowed. Authors are recommended to exclude the reference to pages when referring to the links and guided by the following template: chapter number, section number, paragraph number, theorem number (lemmas, statements, remarks to the theorem, etc.), number of the formula. For example, "... , see [3, § 7, Lemma 6]"; "... , see [2], a remark to Theorem 5". Otherwise, incorrect references may appear when preparing an English version of the article.

### Template

1 Воронин С. М., Карацуба А. А. Дзета-функция Римана. -М: Физматлит, -1994, -376 стр.-**book**

2 Баиллов Е. А., Сихов М. Б., Темиргалиев Н. Об общем алгоритме численного интегрирования функций многих переменных // Журнал вычислительной математики и математической физики -2014. -Т.54. № 7. -С. 1059-1077. - **journal article**

3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященная 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. - Москва, 2015. -С.141-142. - - **Conferences proceedings**

4 Нургазина К. Рыцарь математики и информатики. -Астана: Каз.правда, 2017. 19 апреля. -С.7. **newspaper articles**

5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия -2017. -Т.14. -С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. - URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **Internet resources**

**7.** At the end of the article, after the list of references, it is necessary to indicate bibliographic data in Russian and English (if the article is in Kazakh), in Kazakh and English (if the article is in Russian) and in Russian and Kazakh languages (if the article is English language). Then a combination of the English-language and transliterated parts of the references list and information about authors (scientific degree, office address, telephone, e-mail - in Kazakh, Russian and English) is given.

**8. Work with electronic proofreading.** Articles received by the Department of Scientific Publications (editorial office) are sent to anonymous review. All reviews of the article are sent to the author. The authors must send the proof of the article within three days. Articles that receive a negative review for a second review are not accepted. Corrected versions of articles and the author's response to the reviewer are sent to the editorial office. Articles that have positive reviews are submitted to the editorial boards of the journal for discussion and approval for publication.

**Periodicity of the journal:** 4 times a year.

**9. Payment.** Authors who have received a positive conclusion for publication should make payment on the following requisites (for ENU employees - 4,500 tenge, for outside organizations - 5,500 tenge):

**Requisites:**

L.N. Gumilyov Eurasian  
National University"  
JSC "Tsesnabank:"  
Tsesnabank КБЕ  
КБЕ 16  
БИН 010140003594  
БИК TSES KZ KA  
Счет в кодировке IBAN-  
KZ91998ВТВ0000003104-  
-За публикацию фио

**Положение о рукописях, представляемых в журнал «Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Серия: Физика. Астрономия»**

Редакция журнала просит авторов ознакомиться с правилами и придерживаться их при подготовке работ, направляемых в журнал. Отклонение от установленных правил задерживает публикацию статьи.

**1. Цель журнала.** Публикация тщательно отобранных оригинальных научных работ по актуальным проблемам теоретических и экспериментальных исследований в области физики и астрономии.

**2.** В редакцию (в бумажном виде, подписанном всеми авторами и в электронном виде) представляются Tex- и Pdf-файлы работы, подготовленные в издательской системе LaTeX, с обязательным использованием оригинального стилевого файла журнала. Стилиевой файл можно скачать со сайта журнала *bulphysast.enu.kz*. Автору (авторам) необходимо предоставить сопроводительное письмо.

**Язык публикаций:** казахский, русский, английский.

**3. Отправление статей в редакцию означает согласие авторов на право Издателя, Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, издания статей в журнале и переиздания их на любом иностранном языке. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.**

**4.** Объем статьи не должен превышать 18 страниц (от 6 страниц).

**5. Схема построения статьи**

**ГРНТИ** <http://grnti.ru/>

**Инициалы и фамилия автора(ов)**

**Полное наименование организации, город, страна** (если авторы работают в разных организациях, необходимо поставить одинаковый значок около фамилии автора и соответствующей организации)

**E-mail** автора(ов)

**Название статьи**

**Аннотация** (100-200 слов; не должна содержать громоздкие формулы, по содержанию повторять название статьи; не должна содержать библиографические ссылки; должна отражать краткое содержание статьи, сохраняя структуру статьи – введение/ постановка задачи/ цели/ история, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы).

**Ключевые слова** (6-8 слов/словосочетаний. Ключевые слова должны отражать основное содержание статьи, использовать термины из текста статьи, а также термины, определяющие предметную область и включающие другие важные понятия, позволяющие облегчить и расширить возможности нахождения статьи средствами информационно-поисковой системы).

**Основной текст статьи** должен содержать введение/ постановку задачи/ цели/ историю, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы.

Таблицы включаются непосредственно в текст работы, они должны быть пронумерованы и сопровождаться ссылкой на них в тексте работы. Рисунки, графики должны быть представлены в одном из стандартных форматов: PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX. Точечные рисунки необходимо выполнять с разрешением 600 dpi. На рисунках должны быть ясно переданы все детали.

В статье нумеруются лишь те **формулы**, на которые по тексту есть ссылки.

Все **аббревиатуры и сокращения**, за исключением заведомо общеизвестных, должны быть расшифрованы при первом употреблении в тексте.

Сведения о **финансовой поддержке** работы указываются на первой странице в виде сноски.

**6.** Список литературы должен содержать только те источники (пронумерованные в порядке цитирования или в порядке английского алфавита), на которые имеются ссылки в тексте работы. Ссылки на неопубликованные работы, результаты которых используются в доказательствах, не допускаются.

Авторам рекомендуется при оформлении ссылок исключить упоминание страниц и руководствоваться следующим шаблоном: номер главы, номер параграфа, номер пункта, номер теоремы (леммы, утверждения, замечания к теореме и т.п.), номер формулы. Например, "..., см. [3; § 7, лемма 6]"; "..., см. [2; замечание к теореме 5]". В противном случае при подготовке англоязычной версии статьи могут возникнуть неверные ссылки.

#### **Примеры оформления списка литературы**

1 Воронин С. М., Карацуба А. А. Дзета-функция Римана. -М: Физматлит, -1994, -376 стр. - **книга**

2 Баилов Е. А., Сихов М. Б., Темиргалиев Н. Об общем алгоритме численного интегрирования функций многих переменных // Журнал вычислительной математики и математической физики -2014. -Т.54. № 7. -С. 1059-1077. - **статья**

3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. - Москва, 2015. -С.141-142. - **труды конференции**

4 Нургазина К. Рыцарь математики и информатики. -Астана: Каз.правда, 2017. 19 апреля. -С.7. - **газетная статья**

5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия -2017. -Т.14. -С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. - URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

**7.** После списка литературы, необходимо указать библиографические данные на русском и английском языках (если статья оформлена на казахском языке), на казахском и английском языках (если статья оформлена на русском языке) и на русском и казахском языках (если статья оформлена на английском языке). Затем приводится комбинация англоязычной и транслитерированной частей списка литературы и сведения по каждому из авторов (научное звание, служебный адрес, телефон, e-mail - на казахском, русском и английском языках).

**8. Работа с электронной корректурой.** Статьи, поступившие в Отдел научных изданий (редакция), отправляются на анонимное рецензирование. Все рецензии по статьям отправляются автору. Авторам в течение трех дней

необходимо отправить корректуру статьи. Статьи, получившие отрицательную рецензию, к повторному рассмотрению не принимаются. Исправленные варианты статей и ответ автора рецензенту присылаются в редакцию. Статьи, имеющие положительные рецензии, представляются редколлегии журнала для обсуждения и утверждения для публикации.

**Периодичность журнала:** 4 раза в год.

**9. Оплата.** Авторам, получившим положительное заключение к опубликованию, необходимо произвести оплату по следующим реквизитам (для сотрудников ЕНУ – 4500 тенге, для сторонних организаций – 5500 тенге):

## Мақаланы рәсімдеу үлгісі

МРНТИ 27.25.19

А.Ж. Жубанышева<sup>1</sup>, Н. Темиргалиев<sup>2</sup>, А.Б. Утесов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Институт теоретической математики и научных вычислений Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан*

<sup>2</sup> *Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, Актюбе, Казахстан*

(Email: <sup>1</sup> *axaulezh@mail.ru*, <sup>2</sup> *ntmath10@mail.ru*, <sup>3</sup> *adilzhan\_71@mail.ru*)

**Численное дифференцирование функций в контексте Компьютерного (вычислительного) перечника**

### Введение

Текст введения...

Авторам не следует использовать нестандартные пакеты LaTeX (используйте их лишь в случае крайней необходимости)

### Заголовок секции

#### 1.1 Заголовок подсекции

Окружения.

**Теорема 1.** ...

**Лемма 1.** ...

**Предложение 1.** ...

**Определение 1.** ...

**Следствие 1.** ...

**Замечание 1.** ...

**Теорема 2** (Темиргалиев Н. [2]). *Текст теоремы.*

**Д о к а з а т е л ь с т в о.** Текст доказательства.

### 2. Формулы, таблицы, рисунки

$$\delta_N(\varepsilon_N; D_N)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; D_N)_Y \equiv \inf_{(l^{(N)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N \left( \varepsilon_N; \left( l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y, \quad (51)$$

где  $\delta_N(\varepsilon_N; (l^{(N)}, \varphi_N))_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; (l^{(N)}, \varphi_N))_Y \equiv$

$$\equiv \sup_{\substack{f \in F \\ |\gamma_N^{(\tau)}| \leq 1 (\tau=1, \dots, N)}} \left\| Tf(\cdot) - \varphi_N \left( l_N^{(1)}(f) + \gamma_N^{(1)} \varepsilon_N^{(1)}, \dots, l_N^{(N)}(f) + \gamma_N^{(N)} \varepsilon_N^{(N)}; \cdot \right) \right\|_Y.$$

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. С каждой иллюстрацией должна следовать надпись.

### 3. Ссылки и библиография

Для ссылок на утверждения, формулы и т. п. можно использовать метки. Например, теорема 2, Формула (51)

Таблица 1 – Название таблицы

Простые	Не простые
2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29	4, 6, 8, 9, 10, 12, 14



Рисунок 1 – Название рисунка

Для руководства по  $\LaTeX$  и в качестве примера оформления ссылок, см., например, *Львовский С.М.* Набор и верстка в пакете  $\LaTeX$ . Москва: Космосинформ, 1994.

Список литературы оформляется следующим образом.

### Список литературы

- 1 Локуциевский О.М., Гавриков М.Б. Начала численного анализа. –М.: ТОО "Янус", 1995. –581 с. - **книга**
- 2 Темиргалиев Н. Компьютерный (вычислительный) поперечник как синтез известного и нового в численном анализе // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева –2014. –Т.4. №101. –С. 16-33. doi: ... (при наличии) - **статья**
- 3 Жубанышева А.Ж., Абикинова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященная 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. - **труды конференций**
- 4 Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гипополипидемическая активность леукомизина. –Алматы: Бастау, 2007. –С. 3-5 - **газетные статьи**
- 5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

**А.Ж. Жубанышева<sup>1</sup>, Н. Темиргалиев<sup>1</sup>, А.Б. Утесов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің теориялық математика және ғылыми есептеулер институты, Астана, Қазақстан

<sup>2</sup> Қ.Жубанов атындағы. Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан

#### Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнінде функцияларды сандық дифференциалдау

**Аннотация:** Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнінде Соболев класында жататын функцияларды олардың тригонометриялық Фурье-Лебега коэффициенттерінің ақырлы жиынынан алынған дәл емес ақпарат бойынша жуықтау есебі толығымен шешілді [100-200 сөздер].

**Түйін сөздер:** жуықтап дифференциалдау, дәл емес ақпарат бойынша жуықтау, шектік қателік, Компьютерлік (есептеуіш) диаметр [6-8 сөз/сөз тіркестері].

**A.Zh.Zhubanysheva<sup>1</sup>, N. Temirgaliyev<sup>1</sup>, A.B. Utesov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institute of theoretical mathematics and scientific computations of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

<sup>2</sup> K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan

#### Numerical differentiation of functions in the context of Computational (numerical) diameter

**Abstract:** The computational (numerical) diameter is used to completely solve the problem of approximate differentiation of a function given inexact information in the form of an arbitrary finite set of trigonometric Fourier coefficients. [100-200 words]

**Keywords:** approximate differentiation, recovery from inexact information, limiting error, computational (numerical) diameter, massive limiting error. [6-8 words/word combinations]

## References

- 1 Lokucievskij O.M., Gavrikov M.B. Nachala chislenogo analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]
- 2 Temirgaliyev N. Komp'yuternyj (vychislitel'nyj) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislenom analize [Computational (numerical) diameter as a synthesis of the known and the new in numerical analysis], Vestnik Evrazijskogo nacional'nogo universiteta imeni L.N. Gumileva [Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University], 4 (101), 16-33 (2014). [in Russian]
- 3 Zhubanysheva A.Zh., AbikenovaSh.K. O normah proizvodnyh funkcionov s nulevymi znachenijami zadannogo nabora linejnyh funkcionov i ih primeneniya k poperechnikovym zadacham [About the norms of the derivatives of functions with zero values of a given set of linear functionals and their application to the width problems]. Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennaja 110-letiju so dnja rozhdenija akademika S.M.Nikol'skogo "Funkcional'nye prostranstva i teorija priblizhenija funkcionov" [International conference on Function Spaces and Approximation Theory dedicated to the 110th anniversary of S. M. Nikol'skii]. Moscow, 2015, pp. 141-142. [in Russian]
- 4 Kurmukov A. A. Angioprotekturnaja i gipolipidemicheskaia aktivnost' leukomycina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Kyrov V.A., Mihajlichenko G.G. Analiticheskij metod vlozhenija simplekticheskoj geometrii [The analytic method of embedding symplectic geometry], Cibirskie jelektronnye matematicheskie izvestija [Siberian Electronic Mathematical Reports], 14, 657-672 (2017). doi: 10.17377/semi.2017.14.057. Available at: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. [in Russian]. (accessed 08.01.2017).

### Сведения об авторах:

*Жубаньшева А.Ж.* - Старший научный сотрудник Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

*Темиргалиев Н.* - Директор Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

*Утесов А.Б.* - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, пр. А.Молдагуловой, 34, Актобе, Казахстан.

*Zhubanysheva A.Zh.* - Senior researcher of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

*Temirgaliyev N.* - Head of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

*Utesov A.B.* - candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, A.Moldagulova Prospect, 34, Aktobe, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 15.05.2017



Редакторы: А.Қ. Арынгазин  
Шығарушы редактор, дизайн: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің  
Хабаршысы. Физика. Астрономия сериясы.  
-2019 - 1(126) - Астана: ЕҰУ. 107-б.  
Шартты б.т. - 9,375 Таралымы - 25 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді.

Редакция мекен-жайы: 010008, Астана қ.,  
Сәтбаев көшесі, 2.  
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті  
Тел.: +7(7172) 70-95-00(ішкі 31-428)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды